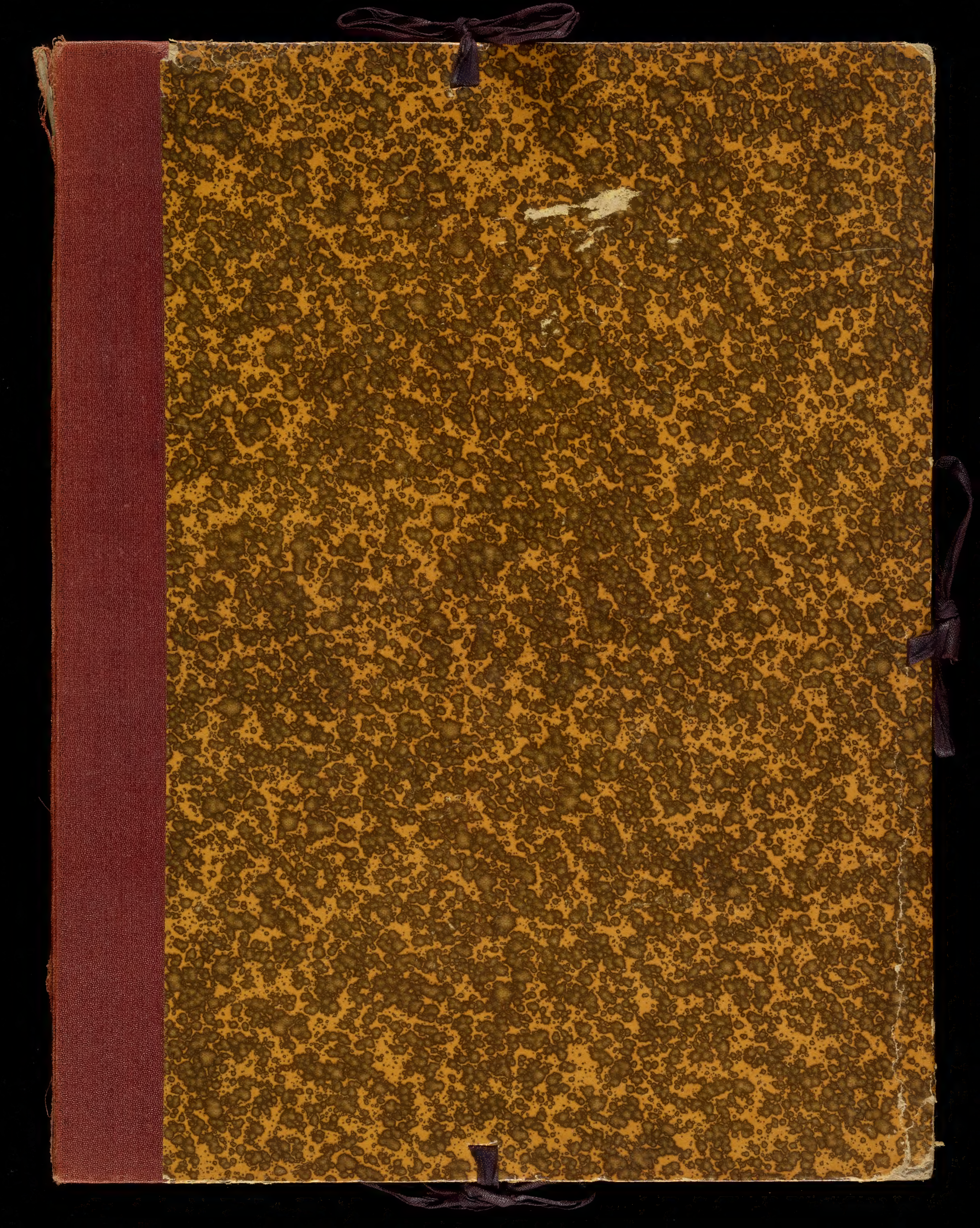


185/AX

16379/05

(4) + 42 + 6 + 32 + 15 + (1) + 23 + (1) + 32
+ 15 + (1) + 24 + 16 + 26 + (2) pp
22 + 18 + 2 + 19 + 15 +12 + 25 + 12 + 12 plates



COURS

DE

DESSIN GÉOMÉTRIQUE

BAR-LE-DUC. — IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE COMTE-JACQUET, 58 ET 60, RUE DE LA ROCHELLE

COURS

DE

DESSIN GÉOMÉTRIQUE

A L'USAGE DES

ÉCOLES MUNICIPALES ET PROFESSIONNELLES

COMPRENANT :

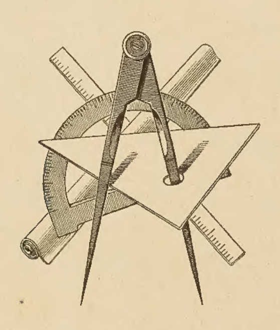
DÉFINITIONS DE LA GÉOMÉTRIE, — EXERCICES, — OMBRES, — LAVIS, — PERSPECTIVES
MAÇONNERIE, — MENUISERIE, — CHARPENTE (BOIS ET FER), — SERRURERIE, — PLOMBERIE ET COUVERTURE

PAR

PIERRE CHABAT

ARCHITECTE-PROFESSEUR

Préparateur du Cours de Constructions civiles au Conservatoire des Arts et Métiers



PARIS

Ve A. MOREL ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

DES FOSSEZ ET Cie, SUCCESSEURS

13, Rue Bonaparte, 13

1885

NOTIONS DE GÉOMÉTRIE

Nous avons réuni en douze chapitres les principes de la Géométrie élémentaire, en les présentant moins au point de vue de l'enseignement de cette science qu'à celui des applications qui en sont faites dans le dessin géométrique.

Nos efforts ont tendu d'autre part à rendre ces notions intelligibles pour un lecteur étranger aux sciences mathématiques ; dans cette préoccupation, nous avons du nous écarter de l'ordre généralement adopté dans les traités et aussi modifier quelques définitions en usage, reconnues trop abstraites.

Nous présentons tout d'abord la *ligne droite* et la *circonférence* qu'on rencontre dans les tracés les plus élémentaires.

Puis, après avoir défini l'*angle de deux droites,* nous traitons des *polygones* en insistant sur le *triangle,* le *quadrilatère* et les *polygones réguliers.*

La détermination des *aires* suit naturellement la construction de ces figures.

L'*ellipse* et la *parabole,* dont il est fait quelquefois usage dans les arts du dessin, font l'objet de chapitres spéciaux.

Après les figures planes, nous étudions les solides : *polyèdres, cylindre, cône* et *sphère.* Les formules relatives à la détermination de la surface et du volume de chacun d'eux font suite à cette étude.

La connaissance de ces formules et de celles données pour les figures planes permet au lecteur qui a quelqu'habitude de calcul de résoudre un grand nombre de problèmes.

Dans les deux derniers chapitres nous faisons ressortir l'application de la géométrie à la représentation des figures planes ou non.

Les propriétés des figures semblables sont d'abord appliquées au dessin des figures planes. Nous résolvons les deux questions suivantes : 1° « *Construire un dessin à une échelle déterminée;* » 2° « *Lire un dessin construit à une échelle connue;* » par l'emploi soit des échelles numériques, soit des échelles graphiques.

Enfin nous arrivons à la représentation en plan, coupe et élévation d'un objet, d'un édifice quelconque en faisant usage des procédés de la géométrie descriptive, dont l'exposition succincte, mais suffisamment développée, peut être comprise par tous ceux qui voient dans l'espace.

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION

DE LA LIGNE DROITE ET DE LA CIRCONFÉRENCE

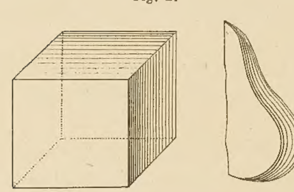
La *géométrie* est une science mathématique qui a pour objet l'étude des propriétés de l'*étendue*.

L'étendue se présente sous plusieurs aspects; ainsi, dans un corps on distingue : 1° son *volume,* c'est-à-dire la portion de l'espace qu'il occupe;

2° Sa *surface,* c'est-à-dire ce qui le sépare du reste de l'espace, son enveloppe.

Fig. 1.

Fig. 2.



La surface d'un corps est simple comme celle d'une sphère, d'un œuf (fig. 1), ou composée comme celle d'un dé à jouer, d'une tranche de fruit (fig. 2).

On appelle *surface plane* ou plan celle sur laquelle une règle peut être appliquée dans toutes les directions.

La surface du dé à jouer est composée de plusieurs plans ;

3° Ses *arêtes,* c'est-à-dire les intersections des différentes parties de sa surface, si celle-ci est composée ; ce sont des *lignes ;*

4° Ses *sommets,* c'est-à-dire les intersections de ses arêtes quand celles-ci se rencontrent ; ce sont des *points.*

Une *surface* n'a pas d'épaisseur.

Une *ligne* n'a ni épaisseur, ni largeur.

Un *point* n'a ni épaisseur, ni largeur, ni longueur, il n'a pas d'étendue.

Dans les arts, on donne souvent le nom de points à des portions de surfaces et de solides qui n'ont que des dimensions fort petites ; tels sont les points de l'écriture, les points du tailleur. Le point mathématique est purement idéal.

Les *volumes*, les *surfaces* et les *lignes* sont les trois formes de l'étendue. On les représente par des *figures.*

En géométrie, on étudie les figures indépendamment de la nature des corps qu'elles caractérisent.

Lignes. — Une ligne peut être regardée comme le chemin à parcourir pour se rendre d'un point à un autre.

La *ligne droite* (fig. 3) est celle qu'on parcourt en suivant toujours la même direction ; c'est le plus court chemin d'un point à un autre.

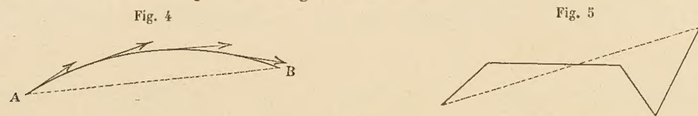
Fig. 3.

A B

Il résulte de cette définition : 1° que d'un point à un autre on ne peut mener qu'une seule ligne droite ; 2° que, si l'on applique deux points d'une ligne droite sur une autre ligne droite, ces deux lignes coïncident dans toute leur étendue.

La *ligne courbe* (fig. 4) ne peut être parcourue qu'en changeant sans cesse de direction, elle n'est ni droite, ni composée de lignes droites.

Fig. 4 Fig. 5



Une ligne composée de lignes droites (fig. 5) est dite *brisée*.

Une ligne composée de lignes droites et de lignes courbes (fig. 6) est appelée *ligne mixte*.

Fig. 6

L'intersection de deux surfaces planes est une ligne droite, les arêtes du dé à jouer sont des lignes droites.

On appelle *ligne horizontale* ou *ligne de niveau,* celle qu'on peut parcourir sans monter ni descendre. Les droites situées sur la surface d'une eau tranquille sont horizontales. Une ligne horizontale peut être droite ou courbe.

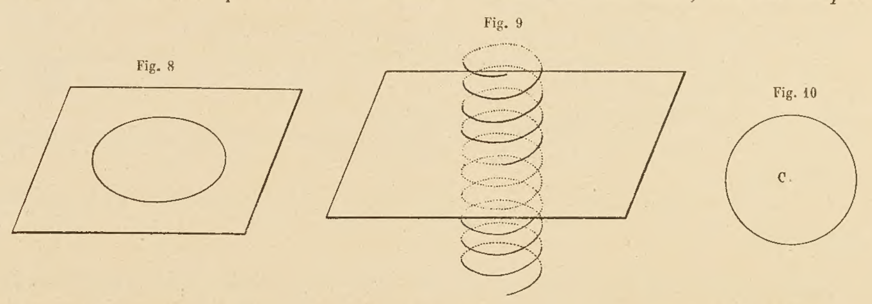
On appelle *ligne verticale,* une ligne droite qui va de haut en bas, sans incliner ni à droite ni à gauche, et qui passerait par le centre de la terre, si elle était prolongée suffisamment. Telle est la direction du fil à plomb (fig. 7).

Fig. 7

On appelle *lignes parallèles,* des lignes droites qui, situées sur un même plan, ne se rencontrent pas si loin qu'on les prolonge.

On dit qu'une droite, qui en rencontre une autre, est *perpendiculaire* à celle-ci lorsqu'elle est également inclinée sur les deux portions de cette droite. Dans le cas contraire, elle est *oblique*.

Fig. 8 Fig. 9 Fig. 10



On distingue parmi les lignes courbes les *lignes planes* et les *lignes gauches* ou *à double*

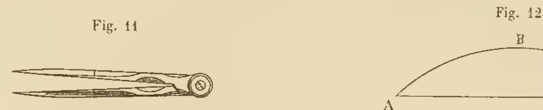
courbure. Les premières peuvent être appliquées sur un plan, comme la circonférence (fig. 8); les secondes, comme l'hélice (fig. 9), sont dépourvues de cette propriété.

La *circonférence* (fig. 10) est une ligne courbe, plane, dont tous les points sont également distants d'un point C, situé dans son plan et qu'on nomme centre.

La distance d'un point de la circonférence au centre est le *rayon*.

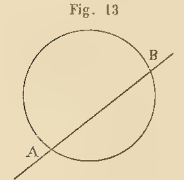
Connaissant le centre d'une circonférence et son rayon, on trace facilement cette courbe à l'aide du compas (fig. 11).

Fig. 11 Fig. 12



On appelle *arc* (fig. 12), une portion ABC de la circonférence.

Fig. 13



La droite AB (fig. 13) qui joint les extrémités d'un arc s'appelle *corde*.

On donne le nom de diamètre à toute corde qui passe par le centre, dans ce cas l'arc est égal à la demi-circonférence. Tous les diamètres sont égaux au double du rayon.

La circonférence est divisée en deux arcs égaux par un diamètre quelconque.

On appelle *sécante* (fig. 14), toute ligne droite AB qui a deux points communs avec la circonférence.

Fig. 14

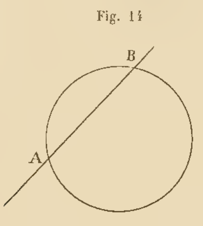
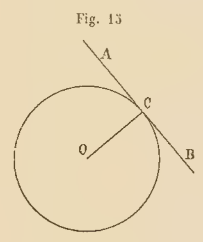
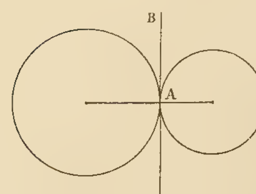


Fig. 15



Une ligne droite AB est *tangente* à une circonférence, lorsqu'elle n'a qu'un point C commun avec cette courbe; ce point est appelé *point de contact*.

Fig. 16



La tangente à la circonférence (fig. 15) est perpendiculaire au rayon OC du point de contact.

Deux circonférences sont *tangentes* en un point A qui leur est commun, lorsqu'elles ont la même tangente BC en ce point.

Il y a deux cas où deux circonférences peuvent être tangentes :

1° Lorsque les circonférences sont situées de part et d'autre du point de contact (fig. 16);

2° Lorsqu'elles sont toutes les deux situées du même côté de ce point de contact (fig. 17.)

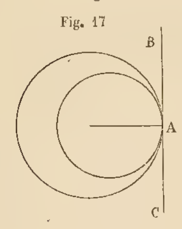


Fig. 17

On confond souvent la circonférence avec la portion de plan qu'elle limite, qui est un *cercle*, et on dit arc de cercle au lieu de dire arc de circonférence.

La circonférence ayant été divisée en 360 arcs égaux, un de ces arcs s'appelle arc de 1 degré. On dit un arc de 10 degrés, un arc de 275 degrés.

La longueur de la circonférence s'obtient en multipliant son diamètre par le nombre 3.1416 [représenté par abréviation dans les formules par la lettre grecque π (pi) : $C = \pi D$ ou $2\pi R$]. Les circonférences sont proportionnelles à leurs rayons.

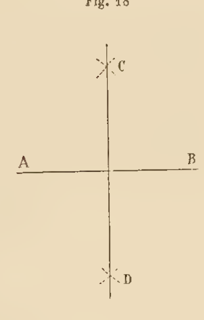


Fig. 18

Dans deux circonférences de rayons différents, les arcs d'un même nombre de degrés sont proportionnels aux rayons.

Pour élever une perpendiculaire sur le milieu d'une droite AB (fig. 18), on décrit des extrémités de cette droite comme centres avec un rayon plus grand que la moitié de AB des arcs qui se coupent au-dessus et au-dessous de cette droite, et l'on joint les deux points obtenus C et D par une droite, qui est la perpendiculaire, sur le milieu de AB.

Par trois points ABC non en ligne droite (fig. 19), il passe une circonférence dont le centre O est l'intersection des perpendiculaires élevées sur les milieux des lignes droites qui joignent ces points.

Cette circonférence est unique.

Pour abaisser une perpendiculaire du point donné A sur une droite CB (fig. 20), on

Fig. 19

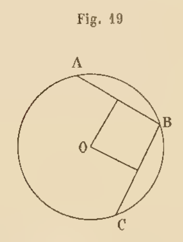


Fig. 20

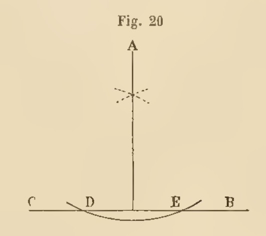
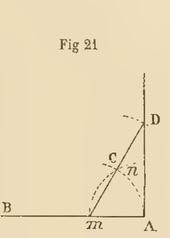


Fig 21

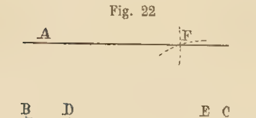


décrit du point A un arc de cercle qui coupe en DE la droite CB, puis on élève une perpendiculaire sur le milieu de DE.

Pour élever une perpendiculaire à l'extrémité A d'une droite AB (fig. 21) du point A comme centre avec une longueur arbitraire, on décrit un arc de cercle mn, puis avec la même ouverture de compas, du point m, on décrit un autre arc de cercle qui rencontre le premier au point C. On joint m à C, et l'on prolonge cette droite ; enfin, du point C, toujours avec la même ouverture de compas, on décrit un troisième arc de cercle qui coupe mC en D. — DA est la perpendiculaire cherchée.

Pour mener par un point donné A une droite parallèle à une droite donnée BC (fig. 22), on prend deux points quelconques DE sur la droite, puis, du point A avec un rayon égal à DE, on décrit un arc de cercle, et, du point E comme centre avec un rayon égal à AD, on trace un second arc qui vient couper le premier en F. — La droite AF est la parallèle cherchée.

Fig. 22

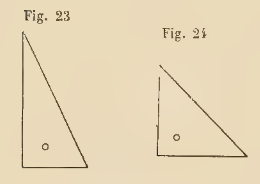


On abrège beaucoup les constructions des problèmes qui précèdent, en faisant usage des instruments nommés *règle* et *équerre*.

La règle est une barre de bois ou de métal dont les faces sont planes et les bords droits.

L'équerre est une petite planche de bois de forme triangulaire dont deux côtés sont perpendiculaires l'un à l'autre ; pour qu'elle soit plus aisée à manier, on y pratique une ouverture circulaire qu'on appelle l'œil de l'équerre. Si les deux côtés perpendiculaires sont inégaux, l'équerre est dite *allongée* (fig. 23) ; si ces côtés sont égaux, l'équerre est dite *à 45 degrés* (fig. 24)

Fig. 23 Fig. 24



Lorsqu'on veut vérifier une équerre, c'est-à-dire reconnaître si le plus grand de ses angles est droit (Voyez chapitre II ce qu'on entend par angle et angle droit), on décrit (fig. 25) un demi-cercle ADB avec un rayon arbitraire CA, et l'on inscrit un angle droit ADB, en joignant un point quelconque D de la circonférence aux extrémités du diamètre

Fig. 25

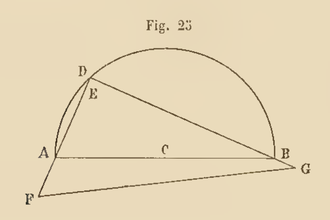
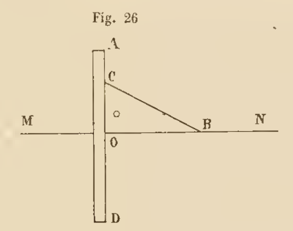


Fig. 26



AB par les cordes DA, DB. On applique ensuite le plus grand angle de l'équerre FEG sur ADB, de manière que le sommet E coïncide avec D et le côté EF avec DA. Si le côté EG de l'équerre prend alors une direction autre que celle de DB, l'équerre est fausse, mais au contraire si le côté EG prend la direction de DB, l'angle FEG est égal à l'angle droit ADB et l'équerre est juste.

Par un point donné O (fig. 26), mener avec l'équerre une perpendiculaire sur une ligne droite donnée MN.

Si le point O se trouve sur la ligne droite MN, je place un des côtés de l'angle droit d'une équerre sur cette ligne de manière que le sommet de cet angle coïncide avec le point O, et j'applique une règle AD contre l'autre côté OC de l'angle droit de l'équerre. J'ôte ensuite l'équerre, et je tire une ligne droite le long du bord de la règle qui passe par le point O.

Cette ligne droite AD est perpendiculaire à MN, puisque l'angle AON est égal à l'angle COB de l'équerre.

Si O n'est pas un point de la ligne droite MN (fig. 27), j'applique sur cette ligne le bord d'une règle, et contre cette règle le côté BC de l'angle droit ABC d'une équerre. Je fais glisser ensuite l'équerre le long de la règle immobile, jusqu'à ce que l'autre côté AB de l'angle droit ABC passe par le point O, et je trace la perpendiculaire OP en suivant la direction AB.

Fig. 27

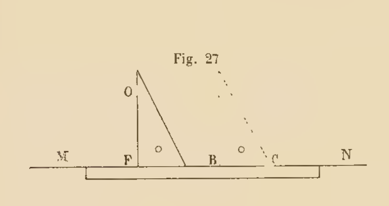
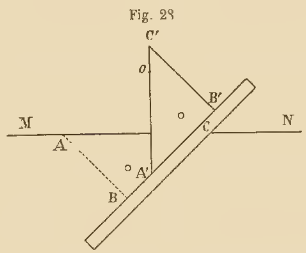
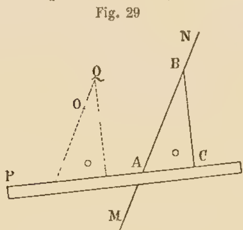


Fig. 28



Le même problème peut être résolu dans les deux cas à l'aide de l'équerre à 45 degrés. — On fait coïncider le grand côté (fig. 28) AC avec MN, et on applique une règle le long d'un des côtés BC de l'angle droit ; puis, la règle étant fixe, on déplace l'équerre qu'on fait glisser par son côté AB le long de la règle jusqu'à ce que AC passe par le point O. Dans cette position, le grand côté est perpendiculaire à MN.

Fig. 29



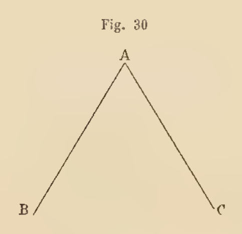
Par un point donné O (fig. 29), mener avec l'équerre une parallèle à une ligne droite donnée MN.

J'applique une règle contre le petit côté AC d'une équerre ABC. Je place ensuite le système de ces deux instruments de telle sorte que l'hypoténuse AB de l'équerre coïncide avec la ligne droite MN, et que la distance du point O à la règle soit moindre que BC. Cette position étant trouvée, je fais glisser l'équerre le long de la règle que je tiens immobile jusqu'à ce que son hypoténuse AB passe par le point donné O ; puis je tire la ligne droite PQ en suivant ce côté de l'équerre.

CHAPITRE II

DES ANGLES

Fig. 30



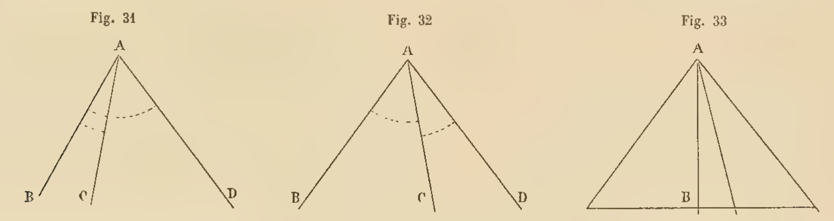
On appelle *angle rectiligne* (fig. 30) ou simplement *angle*, la figure formée par deux droites AB et AC qui partent d'un même point en suivant des directions différentes. Les droites sont les côtés de l'angle ; le point de départ en est le sommet.

Un angle est plus ou moins grand suivant que ses côtés sont plus ou moins écartés l'un de l'autre (fig. 31). Ainsi l'angle BAC est plus petit que l'angle BAD.

Deux angles sont adjacents (fig. 32) lorsqu'ils ont le même sommet A et un côté commun AC, et qu'ils sont placés de part et d'autre de ce côté.

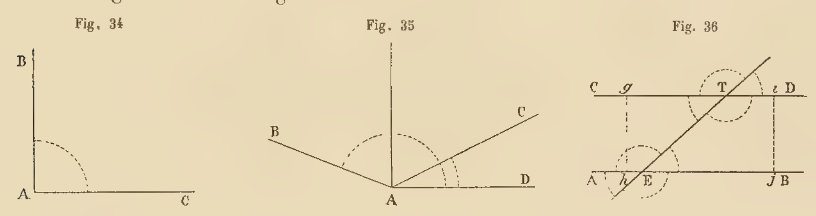
Une ligne droite A B (fig. 33) perpendiculaire à une autre ligne droite, fait avec celle-ci deux angles adjacents égaux.

L'oblique fait des angles inégaux.



On nomme *angle droit* (fig. 34) tout angle dont l'un des côtés A B est perpendiculaire à l'autre A C.

Tous les angles droits sont égaux.



Un angle est *aigu* ou *obtus* (fig. 35) selon qu'il est plus petit ou plus grand qu'un angle droit. Ainsi l'angle B A D est obtus et l'angle B A C est aigu.

Deux lignes droites parallèles A B et C D (fig. 36) forment des angles aigus égaux et des angles obtus égaux avec une troisième droite E T qui les rencontre. Elles sont partout équidistantes : ainsi $gh = ij$.

PROBLÈMES SUR LES ANGLES

1° Faire un angle égal à un angle donné.

Soit donné l'angle A (fig. 37), sur une droite indéfinie *mn*, on prend un point *a* quelconque ; des points A et *a* comme centres avec un même rayon arbitraire on décrit deux arcs de cercles *ef* et *cd*, puis ayant pris le second égal au premier on joint *da*, pour former l'angle *cad* qui sera égal à A.

Fig. 37

2° Faire un angle droit.

On prendra un point *a* quelconque sur une droite indéfinie *mn*, et en *a* on élèvera une perpendiculaire à *mn*. (Voir plus haut.)

Ou bien encore on coupera la droite indéfinie *mn* par une circonférence quelconque en *a* et *b*, on prolongera *ao* jusqu'en *c* et l'angle *abc* sera droit (fig. 38).

Le *rapporteur* (fig. 39) est formé par une demi-circonférence de cercle divisée en 180 parties égales, qu'on appelle degrés.

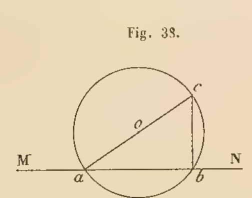


Fig. 38.

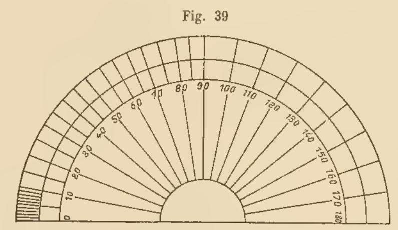


Fig. 39

Il sert à former et à mesurer les angles.

Les degrés se divisent en 60 minutes et celles-ci en 60 secondes.

Faire un angle d'un nombre de degrés donnés ; par exemple 135°.

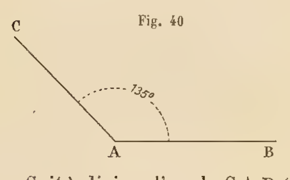


Fig. 40

Sur l'extrémité A d'une droite A B (fig. 40), on place le centre du rapporteur et on fait coïncider la ligne marquant 135° avec la droite donnée A B, puis on marque sur le papier l'extrémité du diamètre de la circonférence, c'est-à-dire 0 degré, on joint ce point au point A et on a l'angle cherché.

Diviser un angle en deux parties égales.

Soit à diviser l'angle C A B (fig. 41). On prend sur les deux côtés de l'angle deux longueurs égales et de ces points comme centres on décrit, avec un rayon quelconque, deux arcs de cercles qui se coupent au point O, on joint ce point au point A et la droite O A divise l'angle C A B en deux parties égales.

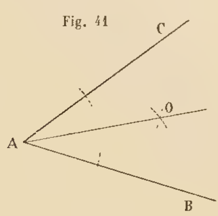


Fig. 41

On peut aussi employer le rapporteur. A cet effet on place le centre de l'instrument au sommet de l'angle et l'on prend la moitié de l'arc intercepté ; la ligne qui joint le point milieu de l'arc au sommet de l'angle partage celui-ci en deux parties égales.

CHAPITRE III

DES TRIANGLES

Les *triangles* sont des figures formées par trois droites qui se coupent deux à deux et qu'on appelle côtés du triangle.

Les triangles se distinguent par la disposition de leurs côtés.

On appelle :

Triangle scalène celui qui a ses trois côtés inégaux.

Triangle isocèle celui qui a deux côtés égaux.

Triangle équilatéral celui qui a ses trois côtés égaux.

Triangle rectangle celui qui a deux côtés perpendiculaires l'un à l'autre. Le troisième se nomme *hypoténuse*.

Dans un triangle la perpendiculaire abaissée d'un sommet sur le côté opposé se nomme la *hauteur* du triangle ; ce côté prend le nom de *base*.

On choisit ordinairement pour base d'un triangle isocèle celui de ses trois côtés qui n'est pas égal à l'un des deux autres.

La hauteur ainsi obtenue divise le triangle en deux triangles égaux

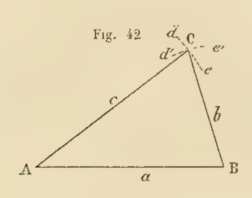
On prend indifféremment pour base d'un triangle équilatéral l'un de ses trois côtés. Les trois hauteurs sont égales, le triangle est symétrique par rapport à chacune d'elles.

Trois lignes quelconques peuvent être prises comme côtés d'un triangle à la condition que la plus grande soit plus petite que la somme des deux autres.

CONSTRUCTION DES TRIANGLES

Pour construire un triangle, il faut connaître trois de ses éléments, dont au moins un côté, ce qui fournit les problèmes suivants :

Fig. 42



1° L'on connaît les trois côtés *abc* (fig. 42). Sur une droite indéfinie, on prend une longueur $AB = a$, des points A et B comme centres, avec des rayons égaux à *b* et *c*, on décrit les arcs *de* et *d'e'* ; de leur intersection C on joint C A, C B et le triangle sera construit.

2° L'on connaît deux côtés *ab* et l'angle qu'ils forment A (fig. 43). Sur deux droites A *h* et A *h'* qui forment entre elles l'angle A, on porte *a*, de A en B, et *b*, de A en C ; on joint B à C et le triangle est terminé.

Fig. 43

Fig. 44

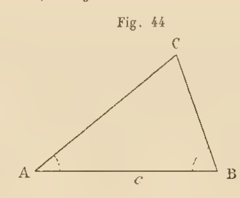
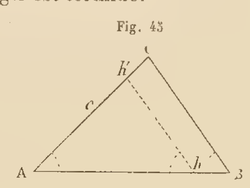


Fig. 45

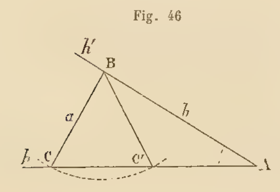


3° L'on connaît deux angles A et B et le côté C compris (fig. 44).

Aux extrémités d'une droite A B égale à C, on construit les angles A et B, la rencontre de leurs côtés au point C déterminera le triangle.

4° L'on connaît deux angles A et B et le côté C*c* opposé à l'un d'eux (fig. 45).

Fig. 46



On forme l'angle A par les deux droites A*h* A*h'*, à un point quelconque *h* de la ligne sur laquelle doit être placé l'angle B, on forme cet angle par la ligne *hh'*, on porte *c* de A en C, et on mène par le point C une parallèle C B à *hh'*, le triangle sera construit.

5° L'on connaît deux côtés *ab* et l'angle C opposé à l'un d'eux (fig. 46).

On trace deux droites indéfinies A *h* A *h'* qui fassent entre elles un angle égal à l'angle

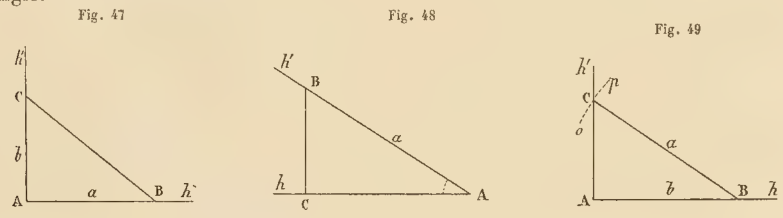
donné C, on porte b de A en B et du point B comme centre, avec un rayon égal à a, on décrit un arc de cercle qui coupera Ah en deux points CC′, on joint BC et BC′, les deux triangles ABC, ABC′ rempliront les conditions du problème.

Pour les triangles rectangles, la connaissance de deux éléments, dont un côté, suffit, car l'angle droit, qui est connu, complète les trois parties données.

Les deux éléments connus se combinent de cinq manières.

6° L'on connaît les deux côtés a et b de l'angle droit (fig. 47).

On voit qu'il suffit de tirer deux lignes Ah et Ah' qui se coupent à angle droit au point A, puis de porter a de A en B et b de A en C. On joint ensuite B et C et on a le triangle.



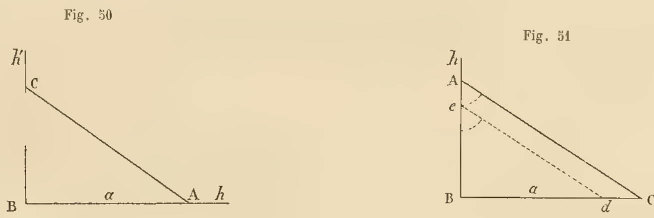
7° L'on connaît l'hypoténuse a, et un côté b de l'angle droit (fig. 48).

Après avoir formé comme dans le problème précédent l'angle droit A, on porte b de A en B et du point B comme centre, avec l'hypoténuse a comme rayon, on décrit un arc de cercle op qui coupe Ah' en C, on joint BC et le triangle sera construit.

8° L'on connaît l'hypoténuse a et un angle aigu A (fig. 49).

Par l'intersection de deux lignes indéfinies Ah, Ah', on forme l'angle A, puis on porte a de A en B, on mène BC perpendiculaire sur Ah et le triangle sera construit.

9° L'on connaît un angle aigu A et le côté a de l'angle droit adjacent à cet angle aigu (fig. 50).



On tire deux droites indéfinies Bh Bh' qui se coupent à angle droit en B, on porte a de B en A; au point A on forme un angle égal à l'angle donné A, le côté AC de cet angle détermine le triangle.

10° L'on connaît un angle aigu A et le côté a de l'angle droit opposé à cet angle aigu (fig. 51).

Par l'extrémité B d'une droite BC égale à a on mène Bh perpendiculaire sur BC, en un point quelconque e, on fait un angle Bed égal à l'angle donné A, puis on mène par le point C une parallèle CA à ed et le triangle sera construit.

CHAPITRE IV

QUADRILATÈRES

On appelle *quadrilatère,* une figure plane qui est formée par quatre lignes droites qui en sont les côtés. Un quadrilatère a par conséquent quatre angles.

Parmi les quadrilatères, on distingue :

1° Le *carré,* qui a les côtés égaux et les angles droits ;

2° Le *rectangle,* qui a les angles droits et les côtés opposés deux à deux égaux et parallèles ;

3° Le *parallélogramme,* qui a les côtés opposés égaux et parallèles, sans avoir les angles droits ;

4° Le *losange,* dont les quatre côtés sont égaux et chacun parallèle à son opposé sans que les angles soient droits ;

5° Le *trapèze,* dont deux côtés seulement sont parallèles.

CONSTRUCTION DES QUADRILATÈRES

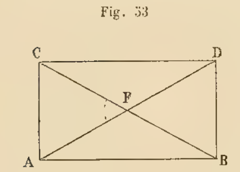
Fig. 52

Carré. — Construire un carré sur une ligne droite donnée AB (fig. 52).

Au point A, on élève la perpendiculaire AC, on décrit l'arc BC et des points B et C, avec une ouverture de compas égale au côté AB, on trace deux arcs qui se coupent en D, puis on mène BD, CD et le carré sera construit.

Rectangle.— Pour construire un rectangle, il suffit de connaître deux côtés adjacents (fig. 53).

Fig. 53

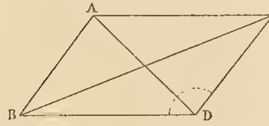


Si l'on connaît les deux diagonales et un côté AC, d'une ouverture de compas égale à la moitié de la diagonale, on décrit des points A et C des arcs qui se coupent en F. On tire des lignes AFD, CFB égales à la diagonale donnée et puis on joint BD.

Si l'on ne connaît que les deux diagonales, il faut, en outre, connaître l'angle qu'elles forment entre elles. Dans ce cas, on trace les deux lignes en faisant coïncider leurs points milieux en les inclinant l'une sur l'autre de manière à comprendre l'angle donné, puis on joint leurs extrémités par des droites et le rectangle sera construit.

Parallélogramme. — Pour construire un parallélogramme, il faut connaître l'un des angles D par exemple, et les côtés qui le comprennent (fig. 54).

Fig. 54

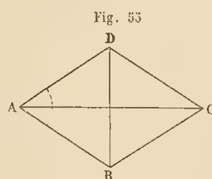


Après avoir construit le triangle BCD, on mènera par le point C une parallèle à BD et par le point B une parallèle à DC. Ces deux lignes se couperont au point A qui est le quatrième sommet du parallélogramme.

Si l'on connaît les deux côtés inégaux et une des diagonales (fig. 54), on fera BC égal à la diagonale et des points B et C, avec des rayons respectivement égaux aux côtés adjacents du parallélogramme, on tracera deux arcs qui se couperont en D. Ayant construit le triangle BCD, on achèvera comme plus haut.

Losange. — Pour construire un losange, il suffit de connaître un des côtés et l'un des angles (fig. 55). Par exemple soient donnés l'angle A, avec le côté AB. On construit au point A l'angle donné, on fait AD égal à AB ; des points B et D comme centres, avec AB pour rayon, on trace deux arcs dont le point d'intersection est C et ABCD sera le losange cherché.

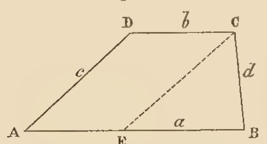
Fig. 55



Si l'on connaît les deux diagonales, il suffit de les tracer perpendiculairement de manière que leur intersection se trouve au milieu de chacune d'elles, on joint les extrémités par des droites et on a le losange.

Trapèze. — Construire un trapèze dont on connaît les deux bases *a* et *b* et les deux côtés non parallèles *c* et *d* (fig. 56).

Fig. 56



On construira le triangle EBC dans lequel les trois côtés sont connus ; savoir :

$CB = d$
$CE = c$
$EB = ab$

puis on prendra A, sur le prolongement de BE à une distance *a* de B, et D à une distance *b* de C sur la parallèle à AB.

ABCD sera le trapèze demandé.

CHAPITRE V

POLYGONES

On appelle polygone une portion de plan terminée par des lignes droites AB, BC, CD, DE, EF, FA (fig. 57). Ces lignes sont les côtés du polygone et leur ensemble forme le contour ou périmètre de cette figure.

Le nombre de côtés d'un polygone sert à le classer. Ainsi on appelle :

Triangle celui de .	3 côtés.	Heptagone celui de	7 côtés.
Quadrilatère . . .	4 côtés.	Octogone	8 côtés.
Pentagone	5 côtés.	Ennéagone	9 côtés.
Hexagone.	6 côtés.	Décagone.	10 côtés.

On confond souvent le polygone avec son périmètre.

C'est ainsi que dans le chapitre précédent, le triangle et le quadrilatère ont été considérés comme des lignes.

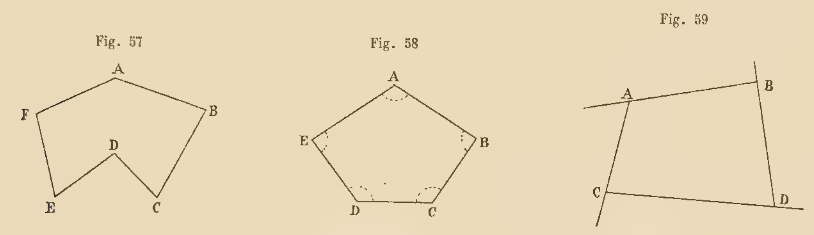


Fig. 57 Fig. 58 Fig. 59

Les angles formés par les côtés AB, BC, CD, DE, EA d'un polygone (fig. 58) sont les angles du polygone; et leurs sommets sont les sommets du polygone.

Un polygone ABCD est convexe (fig. 59) lorsqu'il est tout entier du même côté de chacun de ses côtés prolongés indéfiniment.

Dans le cas contraire (fig. 60) il est concave.

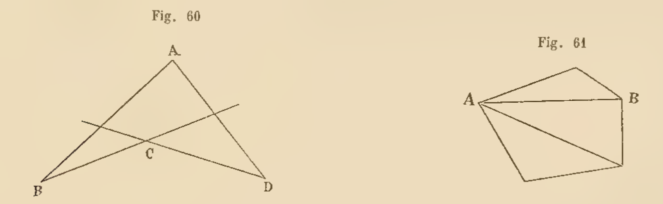


Fig. 60 Fig. 61

On appelle diagonale d'un polygone (fig. 61) la ligne droite qui joint deux sommets A et B non consécutifs de ce polygone.

Fig. 62

A
B O
C

On nomme *polygones réguliers,* les polygones convexes dont les angles et les côtés sont égaux.

Dans tous les polygones réguliers il y a un point intérieur qu'on appelle *centre,* et qui est également éloigné de tous les sommets et de tous les côtés de ce polygone.

L'angle BOC (fig. 62) formé par deux droites partant du centre d'un polygone régulier pour aboutir aux extrémités d'un même côté, s'appelle l'angle au centre de ce polygone.

La droite OA (fig. 62) qui exprime la distance du centre à chacun des côtés d'un polygone, se nomme *apothème* de ce polygone.

PROBLÈMES SUR LES POLYGONES

1° Construire un polygone connaissant la longueur de ses côtés et celles des diagonales issues d'un même sommet (fig. 63).

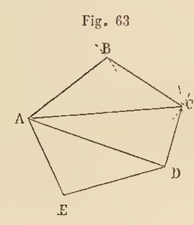


Fig. 63

On prend un point A quelconque et de ce point comme centre on décrit, avec un rayon égal au côté AB, un arc de circonférence, on joint le point A à un point quelconque B de cet arc et on a l'un des côtés du polygone ; pour trouver le côté suivant BC on décrit du point A comme centre, avec un rayon égal à la diagonale AC, un arc de circonférence et du point B, comme centre un arc ayant pour rayon la longueur du côté BC ; le point C formé par la rencontre des deux arcs est le troisième sommet. On obtiendra les autres sommets du polygone en procédant comme on l'a fait pour le point *C*.

2° Construire un polygone connaissant une de ses diagonales, la longueur des perpendiculaires abaissées des sommets sur cette diagonale, et les distances des pieds de ces perpendiculaires à l'une des extrémités de la diagonale (fig. 64).

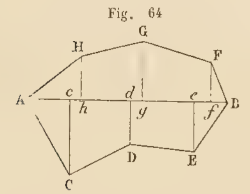


Fig. 64

Sur une droite indéfinie on prend une longueur AB sur laquelle on figure les extrémités *chdgef* des distances des pieds des perpendiculaires au point A ; puis par ces points, on élève perpendiculairement à AB, des droites respectivement égales aux perpendiculaires données. Les extrémités de ces dernières lignes sont les sommets du polygone.

CHAPITRE VI

POLYGONES RÉGULIERS

Le *cercle* est une portion de plan limitée par une circonférence. Le *centre o* et le *rayon or* de la circonférence (fig. 65) sont aussi le centre et le rayon du cercle.

Fig. 65

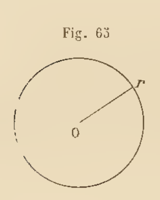


Fig. 66

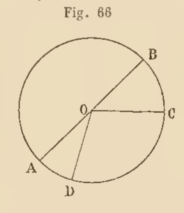


Fig. 67

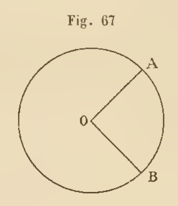
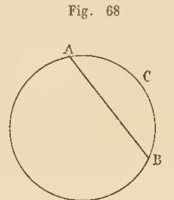


Fig. 68



On appelle *angle au centre* d'un cercle (fig. 66), un angle DOC dont le sommet est situé au centre de ce cercle.

Un *secteur* est la portion AOB (fig. 67) d'un cercle comprise entre deux rayons.

Un *segment* de cercle (fig. 68) est la portion ABC du cercle comprise entre un arc et sa corde.

INSCRIPTION DES POLYGONES RÉGULIERS DANS LE CERCLE

Il résulte des propriétés énoncées plus haut pour les polygones réguliers, qu'étant donné un polygone régulier, on peut toujours tracer une circonférence qui lui soit inscrite ou circonscrite.

PROBLÈMES

1° Dans un cercle donné inscrire un carré, un octogone régulier (fig. 69).

On tire deux diamètres AB, CD perpendiculaires l'un à l'autre, et on joint les extrémités de ces diamètres. On a le carré cherché.

Fig. 69

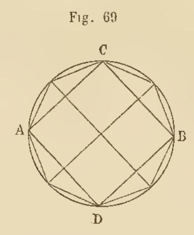
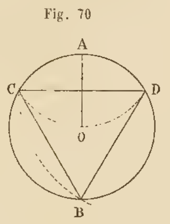


Fig. 70

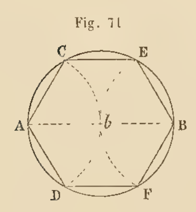


2° Pour avoir l'octogone, on divise chaque quart du cercle en deux parties égales et on joint les points de division.

3° Dans un cercle donné inscrire un triangle équilatéral (fig. 70).

D'un point A quelconque de la circonférence et avec une ouverture de compas égale au rayon AO, on décrit l'arc COD et l'on tire la corde CD, puis d'un des points C ou D comme centre avec le rayon CD, on trace un arc qui coupe en B la circonférence.

Fig. 71



CBD est le triangle cherché.

4° Dans un cercle donné inscrire un hexagone régulier (fig. 71).

Mener un diamètre AB, et des points A et B comme centres, décrire deux arcs de cercle de rayon BA qui coupent la circonférence en C et D, E et F.

ADFBEC est l'hexagone cherché.

5° Dans un cercle donné inscrire un pentagone (fig. 72).

On trace deux diamètres AB et CD perpendiculaires à la circonférence EO sur le diamètre CO, puis joignant BE la circonférence EO est coupée en F. Le côté MN du pentagone est celui obtenu en décrivant la circonférence BF.

Fig. 72

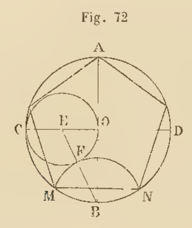
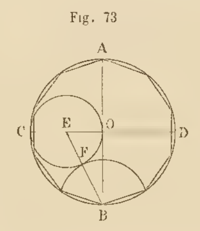


Fig. 73



6° Dans un cercle donné inscrire un décagone régulier (fig. 73).

On fera les constructions indiquées ci-dessus pour le pentagone et l'on prendra BF pour côté du décagone.

Valeur du côté d'un polygone régulier inscrit dans une circonférence de rayon $r = 1$.

NOMBRE DE CÔTÉS	VALEUR DU CÔTÉ EN FONCTION DU RAYON DE LA CIRCONFÉRENCE		
3	$r\sqrt{3}$	=	1.732
4	$r\sqrt{2}$	=	1.414
5	$1/2\ r\sqrt{10 - 2\sqrt{5}}$	=	1.175
6	r	=	1 000
8	$r\sqrt{2 - \sqrt{2}}$	=	0.765
10	$\frac{1}{2}\,2\left(\sqrt{5} - 1\right.$	=	0.618

CHAPITRE VII

ELLIPSE ET PARABOLE

On appelle *ellipse*, une courbe plane telle que la somme des distances de chacun de ses points à deux points fixes F et F′ situés dans son plan est constante.

Les points fixes F et F′ sont les *foyers* de l'ellipse, et les droites FM, F′M, qui joignent les foyers à un point quelconque M de cette courbe, sont les *rayons vecteurs* de ce point. La distance FF′ se nomme *excentricité*.

Fig. 74

Deux ellipses qui ont les mêmes foyers sont dites *homofocales*.

Connaissant le grand axe et le petit axe, pour trouver les foyers (fig. 74), on décrit des points BB′ du petit axe avec un rayon égal à la moitié du grand axe, des arcs qui coupent ce dernier aux points FF′ foyers de l'ellipse.

Décrire par points, ou d'un mouvement continu, une ellipse dont les foyers et la somme des rayons vecteurs d'un point quelconque sont donnés.

Soient FF′ (fig. 75) les foyers de l'ellipse qu'il s'agit de tracer et MN une ligne droite égale à la somme des rayons vecteurs d'un point quelconque de cette courbe.

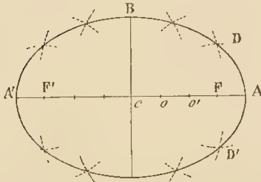


Fig. 75

On prend sur la ligne droite FF′ de chaque côté du milieu c de cette ligne, les longueurs cA, cA′ égales à la moitié de MN; les distances FA, F′A′ sont par suite égales entre elles, et les points AA′ appartiennent à l'ellipse, car chacune des sommes FA + F′A′; FA + F′A′ est égale à AA′ ou MN.

Pour construire d'autres points de cette courbe, on divise la distance AA′ en deux parties quelconques oA, oA′, et on décrit des points FF′,

comme centres, avec les rayons oA, oA′ deux arcs de cercle. Si ces arcs se coupent, leurs intersections DD′ appartiendront à l'ellipse, puisque la somme des rayons vecteurs de chacun de ces points est égale à $o\text{A} + o\text{A}'$ ou MN.

On doit prendre, pour ne pas faire des essais inutiles, le point o entre les deux foyers FF′.

Cela posé, on prend un second point o' sur la droite FF′ et on décrit des points FF′ comme centres, avec les rayons o'A′, oA′, deux arcs de cercle, qui font connaître par leurs intersections deux autres points de l'ellipse. Après avoir déterminé de cette manière un assez grand nombre de points de cette courbe, on les unit par un trait continu qui différera d'autant moins de l'ellipse que ces points seront plus nombreux et, par suite, plus rapprochés les uns des autres.

TRACÉ D'UN MOUVEMENT CONTINU

Fig. 76

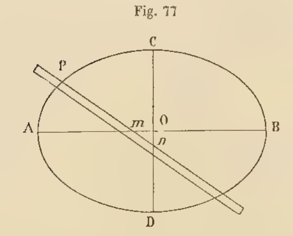
On attache aux foyers FF′ (fig. 76) les extrémités d'un fil FMF′, flexible et inextensible, dont la longueur soit égale à la somme des rayons vecteurs d'un point quelconque de l'ellipse. On tend d'abord ce fil d'un côté de la ligne droite FF′, par exemple au-dessus, en appliquant contre lui une pointe ou un crayon ; puis on fait glisser la pointe sur le plan, de manière que le fil soit toujours tendu. L'arc de courbe ABA′ que l'on trace ainsi est une portion d'ellipse, car la somme des distances de chacun de ses points aux deux foyers FF′ est constamment égale à la longueur du fil. Pour décrire l'autre portion AB′A′ de l'ellipse, on tend le fil de l'autre côté de la ligne droite FF′ et l'on recommence à faire glisser la pointe le long du fil.

On ne se sert de cette méthode que pour tracer de grandes ellipses sur le terrain.

TRACÉ PAR LA DIFFÉRENCE DES AXES

On marque (fig. 77), sur une règle ou sur une bande de papier bien droite, la différence nm des deux demi-axes OB, OC en y portant d'abord la moitié nP du grand axe et ensuite la moitié Pm du petit axe, puis, ayant tiré les axes AB, CD de l'ellipse, on fait mouvoir la règle de manière que les points m et n soient constamment, le premier sur le grand axe et l'autre sur le petit. A chaque position de la règle, le point P donnera un nouveau point de l'ellipse.

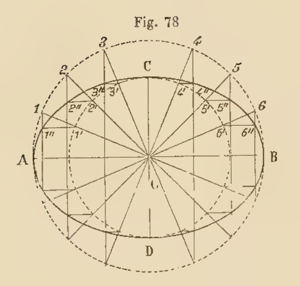
Fig. 77



TRACÉ PAR LES CERCLES CIRCONSCRITS ET INSCRITS

On détermine (fig. 78) la longueur du grand axe AB et du petit axe CD et on décrit

Fig. 78



deux circonférences concentriques ayant pour diamètres ces deux longueurs. On divise le plus grand cercle AB en un nombre quelconque de parties 1, 2, 3, 4, etc., et de ces points on mène vers le centre O des rayons qui couperont le plus petit cercle aux points 1′, 2′, 3′, 4′, etc. — Par les points 1, 2, 3, 4, on mènera des parallèles à CD et par les points 1′, 2′, 3′, etc., on mènera des parallèles à AD qui rencontreront les premières lignes aux points 1″, 2″, 3″, etc., lesquels seront des points de la courbe cherchée.

PARABOLE

La *parabole* est une courbe plane dont chacun des points est également éloigné d'un point fixe et d'une droite fixe situés dans son plan. Le point fixe se nomme *foyer*, et la droite fixe, *directrice*.

On appelle rayon vecteur d'un point de la parabole, la droite qui joint ce point au foyer.

La parabole a pour axe de symétrie la perpendiculaire menée de son foyer sur sa directrice. Le point où cet axe coupe la parabole est le sommet de cette courbe.

On appelle *paramètre* de la parabole, la droite qui mesure la distance du foyer à la directrice. Cette droite seule détermine la parabole.

Décrire par points une parabole dont la directrice et le foyer sont donnés.

Fig. 79

Soient DH directrice et F le foyer de la parabole qu'il s'agit de construire par points (fig. 79).

On abaisse du foyer la perpendiculaire FD sur la directrice, et on remarque que le milieu A de la droite DF est le seul point de cette ligne également éloigné du foyer et de la directrice ; il appartient donc à la parabole qui n'a pas d'autre point commun avec DF.

Pour déterminer un autre point de la parabole, on prend sur la droite DF une longueur quelconque DP plus grande que DA, et on élève par le point P la perpendiculaire MM′ sur la droite DF. On décrit ensuite du foyer comme centre, avec un rayon égal à DP, un arc de cercle qui coupe la droite MM′ aux deux points M et M′, car la distance FP du centre F à cette droite est moindre que DP, c'est-à-dire moindre que le rayon du cercle, chacun des points MM′ appartient à la parabole, car la perpendiculaire MP abaissée du point M sur la directrice étant égale à DP ou à MF, le point M est également distant de la directrice et du foyer ; il en est de même du point M′.

En faisant varier la grandeur de DP, et par suite la position de la sécante MM′, on détermine autant de points de la parabole que l'on veut, et on les unit par un trait continu qui représente d'autant mieux la parabole que ces points sont plus nombreux.

Il résulte de cette construction que la parabole est composée de deux branches AM, AM′

qui partent du point A, et vont en s'éloignant indéfiniment du foyer et de la directrice, car la distance DP de la directrice et de sa parallèle MM′ peut croître, à partir de DA, au delà de toute limite, sans que le cercle décrit du point F comme centre, avec le rayon DP, cesse de couper la droite MM′.

CHAPITRE VIII

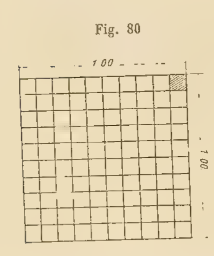
MESURE DES AIRES

On appelle *aire*, l'étendue superficielle d'une figure quelconque.

Si deux figures ont des aires égales, sans avoir la même forme, on dit qu'elles sont *équivalentes*.

On a choisi pour unité superficielle le carré construit sur l'unité de longueur, c'est-à-dire le mètre carré (fig. 80).

Fig. 80



Les subdivisions du mètre carré sont : le décimètre carré, carré dont le côté est égal à un décimètre ; le centimètre carré, carré dont le côté est égal à un centimètre ; et le millimètre carré.

Un mètre carré contient 100 décimètres carrés.

Un décimètre carré contient 100 centimètres carrés.

Un centimètre carré contient 100 millimètres carrés.

Il en résulte que mesurer une surface c'est chercher combien elle contient de mètres carrés et de subdivisions du mètre carré.

Le nombre de mètres carrés contenus dans une surface s'obtient en faisant le produit de certaines lignes de la surface exprimées en mètres.

Ainsi : L'aire d'un *triangle rectangle* est égale au demi-produit des deux côtés de l'angle droit (fig. 81).

$$\text{Surface égale } \frac{AB \times BC}{2}.$$

L'aire d'un *triangle* quelconque est égale à la moitié du produit de sa base par sa hauteur (fig. 82).

$$\text{Surface} = \frac{BC \times h}{2}.$$

Fig. 81

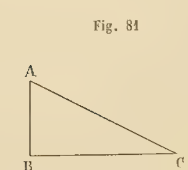


Fig. 82

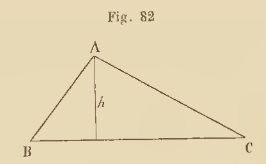
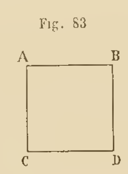


Fig. 83



L'aire d'un *carré* est égale au carré d'un de ses côtés (fig. 83).

$$\text{Surface} = \overline{AB}^2.$$

L'aire d'un *rectangle* est égale au produit de deux de ses côtés adjacents (fig. 84).

$$\text{Surface} = AC \quad CD.$$

L'aire d'un *parallélogramme* est égale au produit de sa base par sa hauteur (fig. 85).

$$\text{Surface} = CD \times h.$$

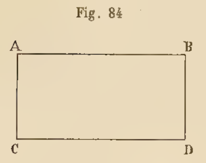


Fig. 84

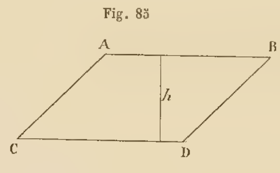


Fig. 85

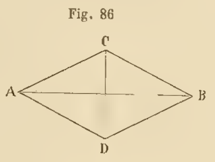


Fig. 86

L'aire d'un *losange* (fig. 86) est égale au demi-produit de ses diagonales.

$$\text{Surface} = \frac{AB \quad CD}{2}.$$

L'aire d'un *trapèze* (fig. 87) est égale au produit de sa hauteur par la demi-somme de ses bases.

$$\text{Surface} = \frac{AB \quad CD}{2} \times h.$$

L'aire d'un *polygone* (fig. 88) s'obtient en décomposant la figure en triangles par des diagonales et en faisant la somme des aires de ces triangles.

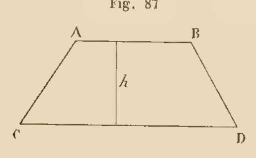
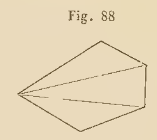
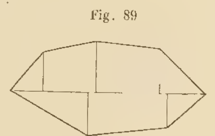


Fig. 87


Fig. 88


Fig. 89

On peut décomposer un polygone en triangles et trapèzes rectangles dont les aires sont faciles à calculer (fig. 89). C'est ainsi que procèdent les géomètres arpenteurs.

L'aire d'un *polygone régulier* est égale au produit de son périmètre par la moitié de son apothème (fig. 90).

$$\text{Surface} = ABCDEF \quad \frac{OP}{2}.$$

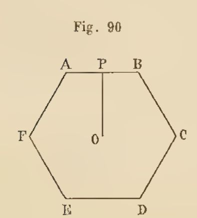
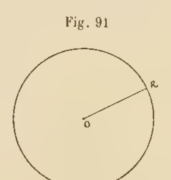


Fig. 90


Fig. 91

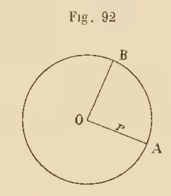


Fig. 92

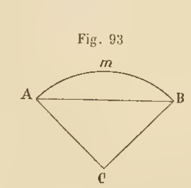


Fig. 93

L'aire d'un *cercle* (fig. 91) est égale au produit de sa circonférence par la moitié de son rayon.

$$\text{Surface} = \pi D \times \frac{or}{2} = \pi or^2.$$

L'aire d'un *secteur* (fig. 92) est égale au produit de la longueur de son arc par la moitié de son rayon.

$$\text{Surface} = \text{AB}\ \frac{r}{2}.$$

L'aire d'un *segment* (fig. 93) est égale à la différence des aires du secteur et du triangle formé par la corde et les rayons.

$$\text{Surface} = \text{S. ACB}m - \text{S. ABC}.$$

CHAPITRE IX

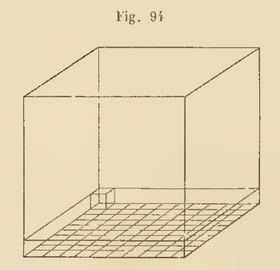
SOLIDES DES POLYÈDRES

On appelle *solide*, un corps qui a les trois dimensions : longueur, largeur ou épaisseur, hauteur ou profondeur.

Ainsi, la solidité ou volume d'un corps est l'espace occupé par ce corps ou renfermé par la surface qui lui sert d'enveloppe.

On appelle *polyèdre*, un solide terminé de toutes parts par des plans.

Fig. 94



Mesurer un corps, c'est déterminer combien de fois il contient le volume d'un autre corps pris pour unité.

L'unité de volume est le *mètre cube* (fig. 94) ou un cube qui a pour arêtes un mètre de longueur.

Les subdivisions du mètre cube sont :

Le *décimètre cube*, le *centimètre cube* et le *millimètre cube*.

Un mètre cube contient 1,000 décimètres cubes.

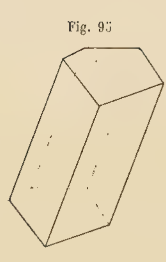
Un décimètre cube contient 1,000 centimètres cubes.

Un centimètre cube contient 1,000 millimètres cubes.

Les principaux polyèdres sont : le prisme, le parallélipipède, le cube et la pyramide.

PRISME

Fig. 95



Un prisme est un polyèdre (fig. 95) qui a deux faces égales et parallèles, unies par des parallélogrammes.

On donne le nom de bases aux deux faces égales et parallèles du prisme, et celui de faces latérales aux divers parallélogrammes qui composent le reste de sa surface.

La hauteur d'un prisme est la distance des plans de ses bases, c'est-à-dire la perpendiculaire abaissée d'un point quelconque de l'une de ses bases sur l'autre.

Un prisme est triangulaire, quadrangulaire, pentagonal, hexago-

nal, etc., selon que sa base est un triangle, un quadrilatère, un pentagone, un hexagone, etc.

On dit qu'un prisme est droit ou oblique, lorsque les arêtes de ses faces latérales sont perpendiculaires ou obliques aux plans des bases. Les faces latérales ABCD, BEDF, etc., d'un prisme droit (fig. 96), sont des rectangles.

Si l'on coupe un prisme, par un plan non parallèle à ses bases qui rencontre toutes les faces latérales (fig. 97), la portion ABCDE, FGHIJ de ce prisme comprise entre le plan sécant et l'une des bases est ce qu'on appelle un prisme tronqué, ou un tronc de prisme.

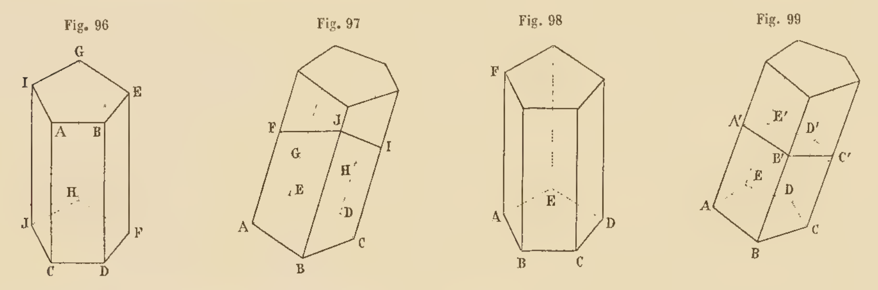


Fig. 96 Fig. 97 Fig. 98 Fig. 99

La surface latérale d'un prisme droit s'obtient en multipliant son périmètre ou contour de sa base par la longueur d'une arête latérale (fig. 98).

$$\text{Surf. L.} = AB + BC + CD + DE + EA \times AF.$$

La surface latérale d'un prisme oblique (fig. 99) s'obtient en multipliant la longueur d'une de ses arêtes latérales par le périmètre d'une section droite.

$$\text{Surf. L.} = A'B' + B'C' + C'D' + D'E' + E'A' \times AA'.$$

Le volume d'un prisme droit ou oblique (fig. 100) est égal au produit de sa base par sa hauteur.

$$\text{V.} = ABCDE \times h.$$

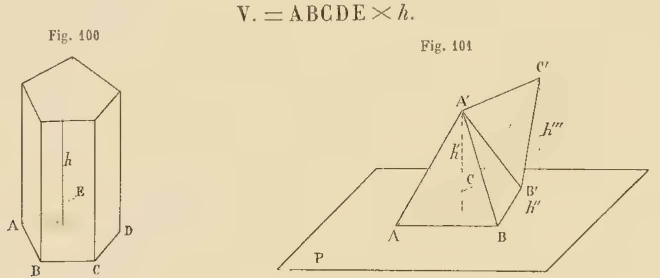


Fig. 100 Fig. 101

Le volume d'un tronc de prisme triangulaire (fig. 101) est égal au produit du tiers de sa base par la somme des distances des sommets de la section au plan de la base.

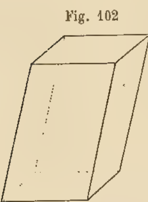
$$\text{V.} = h' + h'' + h''' \times \frac{ABC}{3}.$$

L'une ou l'autre des deux faces triangulaires peut être indifféremment prise pour base.

PARALLÉLIPIPÈDE

On appelle *parallélipipède* (fig. 102), un prisme compris sous six faces qui sont des parallélogrammes.

Fig. 102



Lorsque les bases d'un parallélipipède droit sont des rectangles, on désigne ce polyèdre sous le nom de parallélipipède rectangle, et l'on dit qu'il a pour dimensions les longueurs des trois arêtes issues d'un même sommet.

Le parallélipipède rectangle ABCDEFGH (fig. 103), dont les faces sont des carrés, est appelé cube ou hexaèdre régulier.

La surface latérale d'un parallélipipède droit (fig. 104) s'obtient en multipliant le périmètre ou contour de sa base par sa hauteur.

$$\text{Surf. L.} = AB + BC + CD + DA \times h.$$

Fig. 103

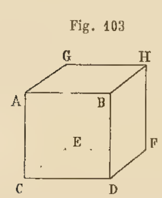


Fig. 104

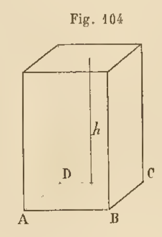
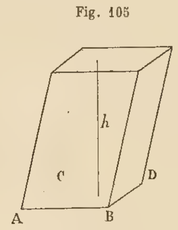


Fig. 105



Le volume d'un parallélipipède (fig. 105) est égal au produit de la surface de sa base par sa hauteur.

$$\text{V.} = \text{S. } ABCD \times h.$$

Le volume d'un parallélipipède rectangle (fig. 106) est égal au produit de ses trois dimensions.

$$\text{V.} = AB \times AC \times AF.$$

Le volume d'un cube est égal au cube d'un de ses côtés (fig. 107).

$$\text{V.} = \overline{AB}^3$$

Fig. 106

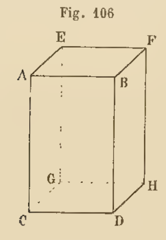


Fig. 107

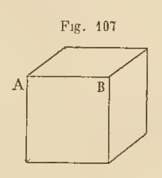
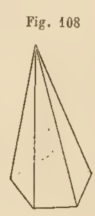


Fig. 108



PYRAMIDE

On appelle *pyramide* (fig. 108), un polyèdre dont l'une des faces (dite base) est un

polygone quelconque, et les autres faces des triangles qui ont tous pour sommet un même point de l'espace et pour bases les côtés de la base de la pyramide.

La hauteur d'une pyramide est la perpendiculaire abaissée du sommet sur le plan de la base.

Les pyramides se distinguent par le nombre des côtés du polygone qui leur sert de base.

Une pyramide est triangulaire, quadrangulaire, pentagonale, etc., selon que sa base est un triangle, un quadrilatère, un pentagone.

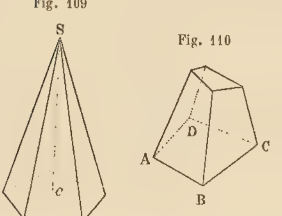


Fig. 109 Fig. 110

On donne le nom particulier de tétraèdre à une pyramyde triangulaire.

On dit qu'une pyramide est régulière (fig. 109) lorsque sa base est un polygone régulier et que la droite qui joint le centre c de ce polygone au sommet S de la pyramide est perpendiculaire à la base.

Si l'on coupe (fig. 110) une pyramide par un plan qui rencontre toutes les faces latérales, la portion de ce polyèdre comprise entre la base ABCD et le plan sécant est appelée pyramide tronquée ou tronc de pyramide.

La surface latérale d'une pyramide régulière (fig. 111) est égale au périmètre de sa base multiplié par la moitié de son *apothème*. On nomme ainsi la hauteur des triangles égaux qui forment la surface latérale.

$$\text{Surf.} = AB + BC + CD + DE + EA \times \frac{So}{2}.$$

Le volume d'une pyramide (fig. 112) est égal au produit de sa base par le tiers de sa hauteur.

$$\text{Vol.} = ABCDE \times \frac{So}{3}.$$

Fig. 111

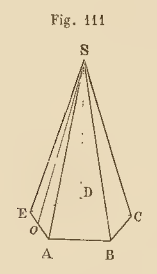


Fig. 112

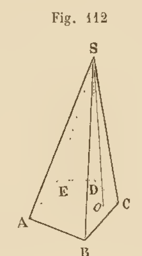
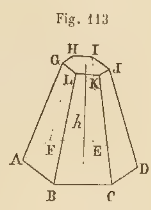


Fig. 113



Le volume d'un tronc de pyramide à bases parallèles (fig. 113) est égal au tiers du produit de sa hauteur par la somme de la base inférieure, de la base supérieure et d'une moyenne proportionnelle entre ces deux bases (qu'on obtient en extrayant la racine carrée du produit des deux bases).

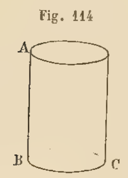
$$V. = \frac{ABCDEF + GHIJKL + \sqrt[2]{ABCDEF \times GHIJKL} \times h}{3}.$$

CHAPITRE X

SOLIDES DES CORPS RONDS

Cylindre. — On appelle *cylindre* (fig. 114) un corps composé par une surface engendrée par une ligne droite AB appelée génératrice, se mouvant parallèlement à elle-même, en s'appuyant sur une autre ligne courbe BC appelée directrice et limitée à deux plans parallèles dits *plans de base*. La distance de ces deux plans est la hauteur du cylindre.

Fig. 114



On dit que le cylindre est droit à base circulaire si il est engendré par la rotation d'un rectangle autour de l'un de ses côtés comme axe. Le côté opposé à l'axe engendre la surface cylindrique, et les deux autres côtés des cercles dits bases cylindriques.

On dit qu'un cylindre est oblique (fig. 115) quand la génératrice AB n'est pas perpendiculaire aux plans de ses bases.

Si l'on coupe un cylindre (fig. 116) par un plan non parallèle à ses bases, la portion de ce corps comprise entre la base AB et le plan sécant CD est appelée cylindre tronqué ou tronc de cylindre.

Fig. 115

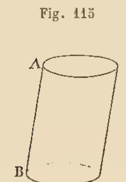


Fig. 116

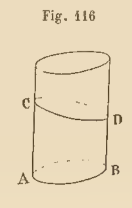


Fig. 117

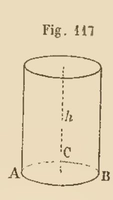
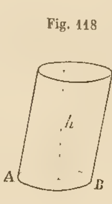


Fig. 118



La surface latérale d'un cylindre droit (fig. 117) est égale au produit de la circonférence de sa base par sa hauteur.

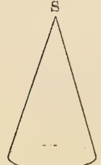
$$\text{Surf.} = ABC \times h.$$

Le volume d'un cylindre est égal au produit de sa base par sa hauteur (fig. 118).

$$\text{Vol.} = AB \times h.$$

Cône. — On appelle cône (fig. 119) un corps composé par une surface engendrée par une droite génératrice se mouvant suivant une courbe directrice et passant par un point S fixe appelé sommet, et limitée à un plan dit plan de base.

Fig. 119



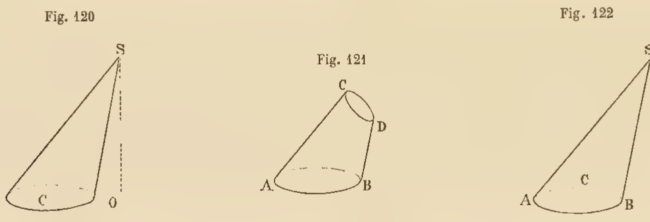
La distance du sommet au plan de base est la hauteur du cône.

On appelle cône à base circulaire le corps engendré par la rotation d'un triangle rectangle sur l'un des côtés de son angle droit. L'hypoténuse engendre la surface conique et le second côté de l'angle droit un cercle dit base du cône.

La hauteur de ce cône est le côté du triangle qui lui sert de charnière.

On dit qu'un cône est oblique (fig. 120) lorsque la perpendiculaire partant de son sommet S ne tombe pas au centre de sa base.

Si l'on coupe un cône par un plan (fig. 121), la portion de ce corps comprise entre la base AB et le plan sécant CD, s'appelle cône tronqué ou tronc de cône.

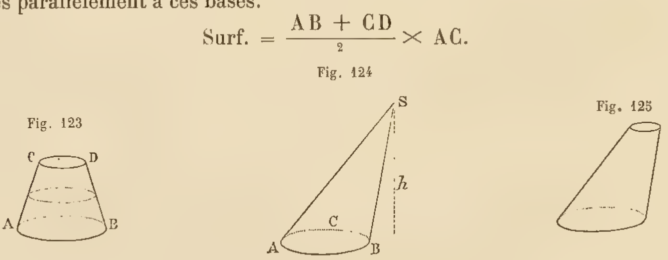


La surface latérale d'un cône (fig. 122) est égale au produit de la circonférence de sa base par la moitié de la droite génératrice de la surface conique qu'on nomme côté ou apothème du cône.

$$\text{Surf.} = \text{ABC} \times \text{SA}.$$

La surface latérale d'un tronc de cône droit à bases circulaires parallèles (fig. 123) est égale à la demi-somme des circonférences des deux bases multipliée par l'apothème, ou bien, au produit de l'apothème par la circonférence de la section faite à égale distance des deux bases parallèlement à ces bases.

$$\text{Surf.} = \frac{\text{AB} + \text{CD}}{2} \times \text{AC}.$$

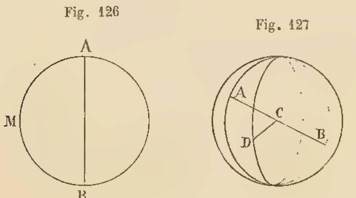


Le volume du cône (fig. 124) est égal au tiers du produit de sa base par sa hauteur.

$$\text{Vol.} = \frac{\text{ABC}}{3} \times h.$$

Le volume d'un tronc de cône (fig. 125), à bases parallèles, est égal au tiers du produit de sa hauteur par la somme de ses bases et d'une moyenne proportionnelle entre ses bases.

Sphère. — On appelle sphère (fig. 126) un corps engendré par la rotation d'un demi-cercle AMB sur son diamètre AB.



Il résulte de cette définition que la sphère est terminée par une surface de révolution dont tous les points sont également éloignés du centre C de la génératrice AMB ; aussi on donne au point C le nom de *centre de la sphère*.

On nomme *rayon* (fig. 127) la droite DC menée du centre d'une sphère à un point quelconque de sa surface. Tous les rayons sont égaux.

Les droites qui passent par le centre C d'une sphère et se terminent aux points A et B, où elles rencontrent sa surface, s'appellent diamètres. Tous les diamètres sont égaux, car chacun d'eux est le double du rayon.

Lorsque deux plans parallèles coupent une sphère (fig. 128), on appelle *zone* la portion ABCD de la surface de la sphère comprise entre ces plans. La zone a pour hauteur la distance des deux plans parallèles et pour bases les deux sections que ces plans font dans la sphère.

Une zone ABF (fig. 128) n'a qu'une base que si l'un des deux plans parallèles qui la déterminent est tangent à la sphère. Alors on l'appelle *calotte sphérique*.

On appelle grand cercle de la sphère ABCD (fig. 129) l'intersection faite par un plan qui passerait par le centre de cette sphère.

Fig. 128

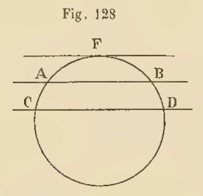


Fig. 129

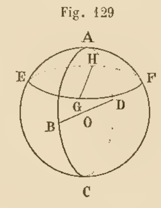
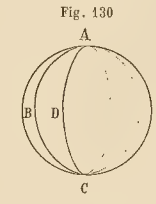


Fig. 130



On appelle petit cercle de la sphère EFGH (fig. 129) l'intersection faite par un plan qui ne passerait pas par le centre de cette sphère.

On appelle fuseau sphérique ABCD (fig. 130) la portion d'une surface sphérique interceptée entre deux demi grands cercles qui se terminent au diamètre commun AC.

On appelle triangle sphérique ABC (fig. 131) un espace compris sur la surface de la sphère entre trois arcs de grands cercles qui se coupent deux à deux.

La surface d'une sphère (fig. 132) a pour mesure le produit de son diamètre par la circonférence d'un grand cercle.

$$\text{Surf.} = 2\pi R \times 2R = 4\pi R^2.$$

Fig. 131

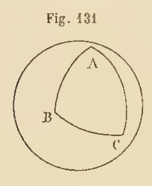


Fig. 132

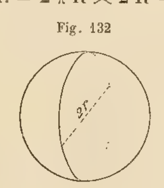
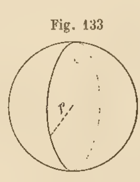


Fig. 133



Le volume d'une sphère (fig. 133) est égal au produit de sa surface par le tiers du rayon.

$$\text{Vol.} = 4\pi R^2 \times \frac{R}{3} = \frac{4}{3}\pi R^3.$$

CHAPITRE XI

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES FIGURES PLANES. — FIGURES SEMBLABLES

On distingue parmi les figures géométriques, les *figures planes* et celles qui ne le sont pas, qu'on appelle *figures à trois dimensions* ou *figures de l'espace*.

Les premières ont tous leurs éléments, points et lignes, situés sur un même plan ; elles sont donc susceptibles d'une reproduction rigoureusement exacte sur une aire plane quelconque, telle qu'une planche à dessiner, un tableau noir, etc.

Une figure plane ainsi reproduite est dite *dessinée en vraie grandeur*.

Mais il arrive souvent que l'étendue de la figure à dessiner est plus grande que celle attribuée au dessin, on a alors recours à l'emploi des *figures semblables*.

Figures semblables. — Deux *polygones semblables* ont le même nombre de côtés, les angles égaux chacun à chacun et disposés dans le même ordre, et les côtés homologues, proportionnels.

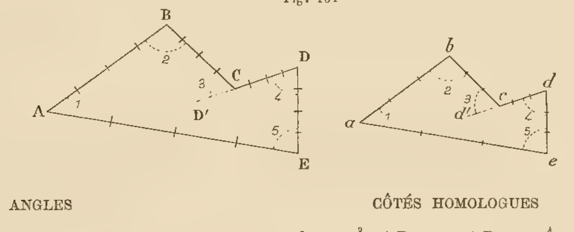
On entend par *côtés homologues*, ceux qui, dans les polygones, sont compris entre des angles égaux deux à deux. Les côtés homologues de deux polygones sont proportionnels, si ceux de l'un sont respectivement deux, trois, quatre fois plus petits ou plus grands que ceux de l'autre.

Le rapport de similitude du second polygone au premier est alors exprimé par les nombres $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, ou 2, 3, 4. Les nombres inverses 2, 3, 4, ou $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, expriment le rapport de similitude du premier au second.

Ces rapports peuvent être des nombres entiers ou fractionnaires quelconques.

Exemple de deux pentagones semblables (fig. 134) :

Fig. 134



ANGLES	CÔTÉS HOMOLOGUES	
EAB = *eab*	$ab = \frac{3}{4}$ AB	AB = $\frac{4}{3}$ ab
ABC = *abc*	$bc = \frac{3}{4}$ BC	BC = $\frac{4}{3}$ bc
BCD' = *bcd'*	$cd = \frac{3}{4}$ CD	CD = $\frac{4}{3}$ cd
CDE = *cde*	$de = \frac{3}{4}$ DE	DE = $\frac{4}{3}$ de
DEA = *dea*	$ea = \frac{3}{4}$ EA	EA = $\frac{4}{3}$ ea

RAPPORTS DE SIMILITUDE

de *abcde* à ABCDE = $\frac{3}{4}$

de ABCDE à *abcde* = $\frac{4}{3}$

Chaque côté d'un polygone est égal au côté homologue de l'autre polygone multiplié par le rapport de similitude de l'un à l'autre polygone. Le rapport des périmètres de deux polygones semblables est égal à leur rapport de similitude.

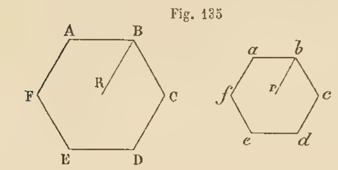
$$abcdea = \frac{3}{4}\ \mathrm{ABCDEA}$$

Le rapport des aires de deux polygones semblables est égal au carré de leur rapport de similitude.

Dans l'exemple précédent, l'aire du second polygone est égale à $\frac{9}{16}$ de l'aire du premier.

$$S.\ abcde = \frac{9}{16}\ S.\ ABCDE.$$

Fig. 135



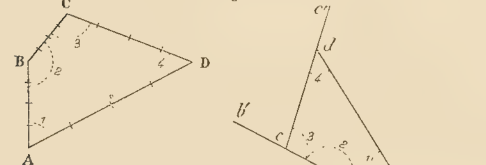
Deux polygones réguliers (fig. 135) d'un même nombre de côtés sont semblables. Leur rapport de similitude est le même que celui de leurs rayons.

PROBLÈME

Construire un polygone p semblable à un polygone donné P, le rapport de similitude de la figure demandée à celle donnée devant être égal à $\frac{3}{4}$.

1re Solution. — Sur une ligne indéfinie xy (fig. 136) prendre $ab = \frac{3}{4}$ AB, faire $abc' =$ ABC; prendre $bc = \frac{3}{4}$ BC, faire $bcc' =$ BCD; prendre $cd = \frac{3}{4}$ CD, joindre da.

Fig. 136

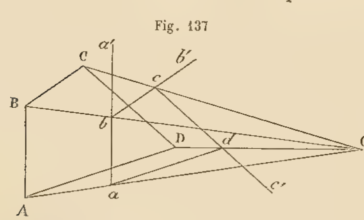


Vérifications. — 1° $cda =$ CDA ;
2° $da = \frac{3}{4}$ DA ;
3° $dab =$ DAB.

Remarque. — Si xy a été prise parallèle à AB, on fera $b =$ B et $c =$ C et menant bb' parallèlement à BC et cc' parallèlement à CD, on devra obtenir da parallèle à DA.

2e Solution. — Prendre un point O quelconque à l'extérieur de la figure 137 et joindre ce point aux différents sommets ABCD ; diviser l'une des droites ainsi obtenues (OA par exemple) en quatre parties égales, prendre le point a à l'extrémité de la troisième division à partir de O ; mener aa' parallèle à AB jusqu'à sa rencontre b avec OB, bb' parallèle à BC jusqu'à sa rencontre c avec OC, cc' parallèle à CD jusqu'à sa rencontre d avec OD, enfin joindre da.

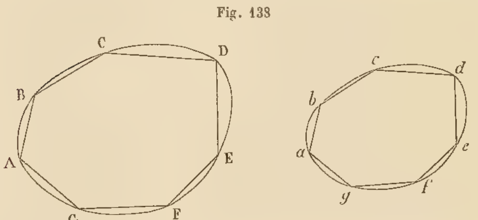
Fig. 137



Vérifications. — 1° da parallèle à DA.
2° Chacun des côtés du polygone $abcd$ égal à $\frac{3}{4}$ des côtés parallèles du polygone ABCD.
3° Les lignes OB, OC, OD divisées par les points bc et d aux $\frac{3}{4}$ de leurs longueurs à partir du point O.

Deux lignes courbes semblables sont telles qu'on peut y inscrire des polygones ou des lignes polygonales semblables, c'est-à-dire ayant les angles égaux et les côtés homologues proportionnels.

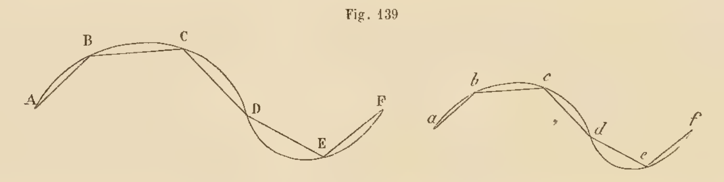
Fig. 138



Cette propriété permet de construire une courbe *c* (fig. 138 et 139) semblable à une courbe donnée C, le rapport de similitude des deux courbes étant donné ($\frac{3}{4}$ par exemple).

On opérera de la manière suivante. (Voir : Construction des polygones semblables, 2e solution, 3e vérification). La courbe

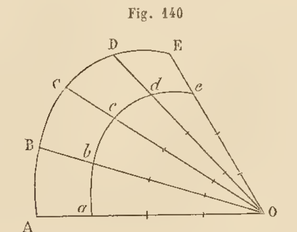
Fig. 139



donnée sera divisée en arcs de longueurs égales ou inégales, mais d'autant plus petits qu'on voudra obtenir un résultat plus exact.

Les points de division seront joints à un point O (fig. 140) pris arbitrairement par des droites qu'on partagera en quatre parties égales. La courbe cherchée sera celle qui passera par les extrémités des 3es divisions comptées à partir du point O.

Fig. 140



Deux cercles sont des figures semblables.

Deux secteurs de cercles, correspondant à des angles au centre égaux, sont semblables.

Le rapport de similitude de deux cercles ou de deux secteurs semblables, est égal au rapport des rayons.

Deux ellipses dans lesquelles le rapport du grand axe au petit axe est le même, sont semblables.

Le rapport de similitude de deux ellipses semblables est le même que celui des grands ou des petits axes.

DES ÉCHELLES DANS LE DESSIN

Dans le dessin, le rapport de similitude de la figure dessinée à celle représentée prend le nom *d'échelle de réduction* ou simplement *d'échelle*.

Il faut avoir le soin de l'indiquer au bas du dessin sous l'une de ces formes :

Échelle de $\frac{1}{20^{me}}$

ou bien

Échelle de $0^m,05$ pour $1^m,00$.

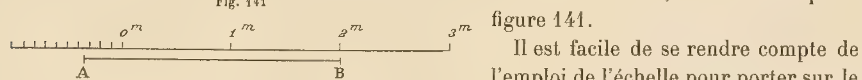
A défaut de cette indication, il serait impossible de rétablir la vraie grandeur de chacune des lignes représentées.

Pour faire ce rétablissement, on doit multiplier la longueur de la ligne du dessin par l'échelle renversée. A l'échelle de $\frac{1}{20}$, une ligne du dessin longue de $33^{m}/^{m}$ représente une ligne égale à $33^{m}/^{m} \times 20$, soit $0^{m},66$.

Pour éviter ce calcul, on trace souvent sur le dessin une ligne divisée qu'on appelle aussi *échelle*. Cette échelle peut être rapportée à une unité linéaire quelconque. Si l'unité adoptée est le mètre, chacune des divisions de l'échelle est égale au produit $1^{m},00$ par l'échelle de réduction ; celle-ci étant égale à $\frac{1}{50}$, une division de l'échelle mesure $1^{m},00 \times \frac{1}{50}$ ou 2 centimètres.

La première division à gauche est partagée en dix parties égales correspondant à des dixièmes de mètre, comme l'indique la figure 141.

Fig. 141



Il est facile de se rendre compte de l'emploi de l'échelle pour porter sur le dessin une ligne de longueur déterminée ou bien pour déterminer la vraie longueur d'une ligne du dessin.

Soit à porter sur le dessin une longueur de $2^{m},35$, on prend sur l'échelle la longueur BA comprise entre le point de division 2 et le milieu de la quatrième subdivision à gauche de *o*.

Pour faire l'opération inverse, on porte l'extrémité B de la droite donnée AB, sur un des points de division situés à droite de *o*, de manière que le point A tombe dans l'étendue des subdivisions situées à gauche ; le nombre des divisions comprises entre *o* et B indique les mètres, et les subdivisions comprises entre *o* et A, les décimètres de la longueur cherchée.

Dans le dessin d'architecture, on a adopté les échelles suivantes :

$\frac{5}{1000}$ et $\frac{1}{100}$ pour les dessins d'ensemble ;
$\frac{2}{100}$ pour les dessins d'exécution ;
$\frac{4}{100}$ et $\frac{5}{100}$ pour l'étude des détails.

Les profils d'exécution se dessinent en vraie grandeur.

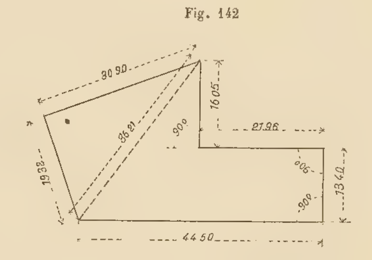
DES COTES DANS LE DESSIN

Pour faciliter la lecture d'un dessin, il est d'usage d'écrire sur les lignes principales les vraies longueurs de celles qu'elles représentent ; ce sont ces nombres qu'on appelle des *cotes*. Il est évident que si toutes les lignes d'un dessin portent des cotes l'indication de l'échelle du dessin est superflue.

Les dessins d'exécution remis aux entrepreneurs sont totalement cotés, quoiqu'exécutés au trait et à l'échelle.

Les cotes sont indispensables sur toutes les parties d'un dessin exécuté à main levée ou

Fig. 142



en croquis. Ce genre de dessin ne comportant aucune rigueur dans le tracé des lignes, n'a de valeur que par les cotes.

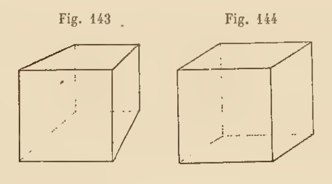
Exemple d'un croquis coté (fig. 142).

CHAPITRE XII

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES FIGURES DE L'ESPACE. — PROJECTIONS

Dessin perspectif. — Le *dessin perspectif* est employé pour reproduire l'aspect d'une figure à trois dimensions vue par un observateur placé soit en un point déterminé (*perspective conique* ou simplement *perspective*), soit dans une direction donnée à une distance infinie (*perspective cylindrique* ou *perspective cavalière*).

Fig. 143 Fig. 144



Exemple d'un cube représenté en perspective proprement dite (fig. 143) et en perspective cavalière (fig. 144).

Il permet de faire comprendre à simple vue la configuration d'un solide et sa position par rapport à l'observateur, mais il est impropre à exprimer rigoureusement les dimensions de ses éléments et leurs positions relatives et aussi à fixer la position exacte du solide dans l'espace.

L'art de la construction met parfois à profit les propriétés du dessin perspectif, mais il réclame des procédés de représentation qui ne laissent aucune indétermination sur la construction géométrique des solides à réaliser bien plus que des méthodes de dessin qui procurent des images plus ou moins frappantes de la forme de ces solides.

Principes de géométrie descriptive. — Les procédés rigoureux énoncés plus haut sont empruntés à la *géométrie descriptive* dont nous allons exposer en quelques lignes les principes fondamentaux.

On appelle *projection* d'un point M (fig. 145) sur un plan P, le pied m de la perpendiculaire abaissée du point sur le plan, dit *plan de projection*.

La *projection d'une ligne* sur un plan (fig. 146 et 147) est une autre ligne qui réunit les projections de tous les points de la première sur ce plan.

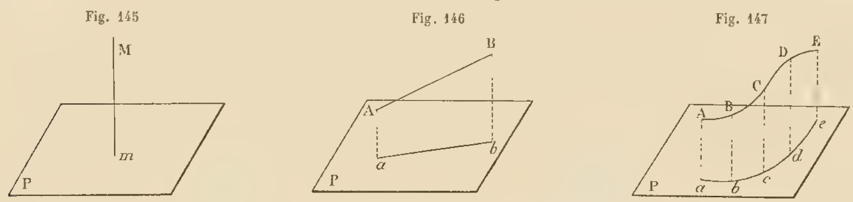


Fig. 145 Fig. 146 Fig. 147

La projection d'une ligne droite (fig. 146) est une ligne droite, ou bien un point (fig. 148) si elle est perpendiculaire au plan de projection.

La *projection d'un polygone* (fig. 149) ou d'un *cercle* (fig. 150) est la portion du plan de pro-

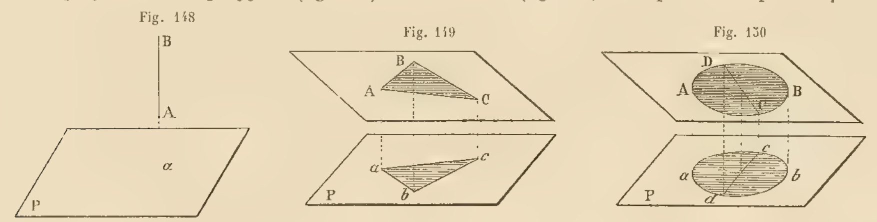


Fig. 148 Fig. 149 Fig. 150

jection comprise par la projection du périmètre du polygone ou de la circonférence du cercle.

La projection d'un cercle, dont le plan est oblique à P, est une ellipse (fig. 150).

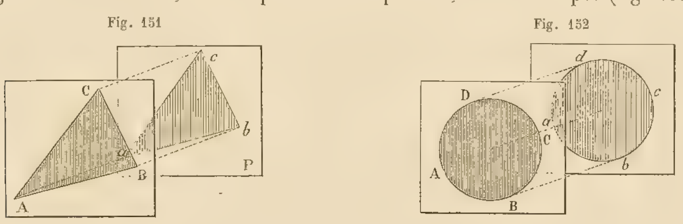


Fig. 151 Fig. 152

Si les plans de projection sont parallèles aux plans des figures, celles-ci sont projetées en vraie grandeur (fig. 151 et 152).

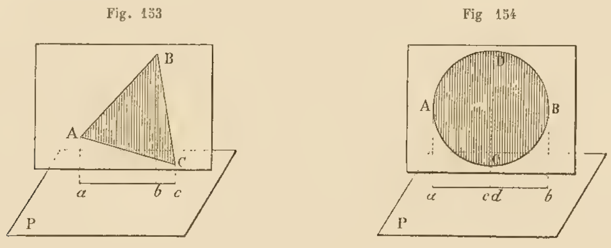


Fig. 153 Fig 154

Si les plans de projection sont perpendiculaires aux plans des figures, celles-ci se projettent suivant des lignes droites (fig. 153 et 154).

La *projection d'un solide* est la portion du plan de projection qui contient les projections de tous les points de la surface du solide. On figure ordinairement sur la projection d'un solide les projections de toutes ses arêtes.

La *projection d'un polyèdre* est un polygone dont les côtés sont les projections d'arêtes du solide (fig. 155).

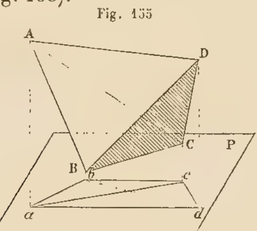


Fig. 155

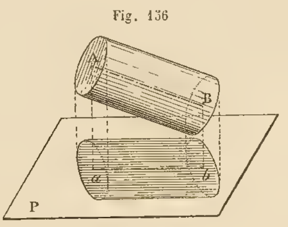


Fig. 156

La *projection d'un cylindre* s'obtient en menant aux projections de ses bases des tangentes parallèles à la projection de l'axe du cylindre (fig. 156).

Lorsque le plan de projection est perpendiculaire à l'axe du cylindre, celui-ci se projette suivant un cercle égal à ceux de ses bases (fig. 157).

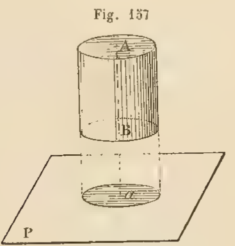


Fig. 157

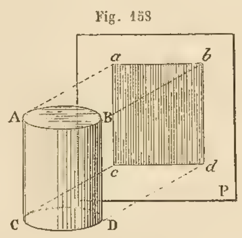


Fig. 158

Lorsque le plan de projection est parallèle à l'axe du cylindre, celui-ci se projette suivant un rectangle dont les dimensions sont l'axe du cylindre et les diamètres de ses bases (fig. 158).

La *projection d'un cône* est limitée par la projection de la circonférence de base et les deux tangentes menées à cette projection par celle du sommet (fig. 159).

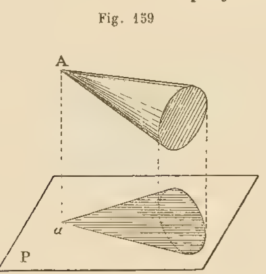


Fig. 159

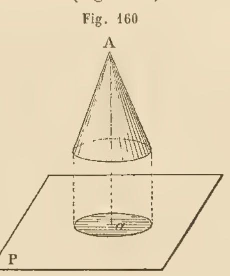


Fig. 160

Lorsque le plan de projection est perpendiculaire à l'axe du cône, celui-ci se projette suivant un cercle égal à celui de la base (fig. 160).

Lorsque le plan de projection est parallèle à l'axe du cône, celui-ci se projette suivant un triangle isocèle ayant pour base le diamètre de la base du cône, et pour hauteur la hauteur du cône (fig. 161).

Fig. 161

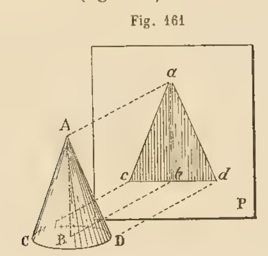
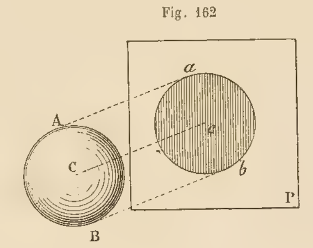


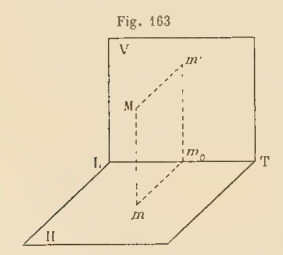
Fig. 162



La *projection d'une sphère* (fig. 162) est un cercle ayant pour centre la projection du centre de la sphère, et pour rayon le rayon de la sphère.

En géométrie descriptive, on emploie simultanément deux plans de projections, l'un *horizontal H* (fig. 163), correspondant au sol, l'autre *vertical V*, correspondant à la face verticale d'un mur.

Fig. 163



La ligne suivant laquelle les deux plans de projection se coupent s'appelle *ligne de terre;* on la désigne par les lettres L T.

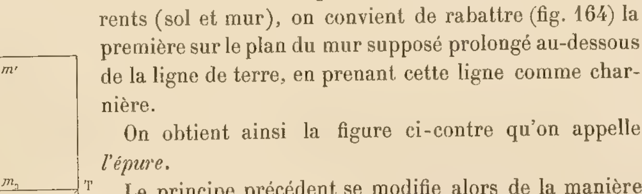
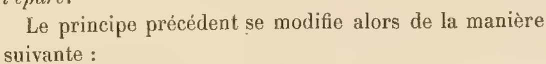
Principe. — Les deux projections mm' d'un point M de l'espace (fig. 163) sur le mur et sur le sol sont telles que les perpendiculaires abaissées de chacune d'elles sur la ligne de terre rencontrent celle-ci en un même point m_0.

On nomme m la *projection verticale* et m' la *projection horizontale* du point M de l'espace.

A l'aide des points tels que m_0, il est toujours possible de rapprocher les deux projections, dans le cas où ces deux figures auraient été séparées.

Convention. — Pour éviter l'inconvénient de deux figures tracées sur des plans différents (sol et mur), on convient de rabattre (fig. 164) la première sur le plan du mur supposé prolongé au-dessous de la ligne de terre, en prenant cette ligne comme charnière.

Fig. 164

On obtient ainsi la figure ci-contre qu'on appelle *l'épure*.

Le principe précédent se modifie alors de la manière suivante :

Principe I. — Les deux projections d'un point de l'espace sont situées sur une même perpendiculaire à la ligne de terre.

Cette perpendiculaire s'appelle une *ligne de rappel.*

Ajoutons quelques principes faciles à vérifier :

PRINCIPE II. — La projection verticale d'un point est située au-dessus ou au-dessous de la ligne de terre à une distance égale à celle du point de l'espace au sol.

PRINCIPE III. — Les projections horizontales et verticales des points d'une même droite sont respectivement des lignes droites.

On appelle ces deux lignes : Projection horizontale et projection verticale de la droite.

Connaissant les projections de deux points de l'espace, il suffira donc de joindre les projections de même nom de ces points pour avoir les projections de la droite qu'ils forment.

PRINCIPE IV. — Deux lignes droites de l'espace ont pour projections verticales des droites parallèles ; leurs projections horizontales sont aussi des lignes parallèles.

PRINCIPE V. — Lorsqu'une droite est parallèle à l'un des plans de projection, sa projection sur l'autre est une parallèle à la ligne de terre.

PRINCIPE VI. — Lorsqu'une droite est perpendiculaire à l'un des plans de projection, elle se projette sur ce plan suivant un point et sur l'autre suivant une perpendiculaire à la ligne de terre.

Définition. — On appelle traces d'une droite, les points où cette ligne perce les plans de projection.

Pour obtenir la trace horizontale d'une droite donnée par ses projections (fig. 165, 166), il suffit de prolonger la projection verticale de cette droite jusqu'à la ligne de terre et, du point obtenu, mener une ligne de rappel ; cette ligne coupe la projection horizontale de la droite en un point qui est la trace cherchée. Ce point, se trouvant sur le plan horizontal, se projette verticalement sur la ligne de terre.

De même pour avoir la trace verticale d'une droite (fig. 165, 166), il suffira de mener une ligne de rappel au point où la projection horizontale de la droite coupe la ligne de

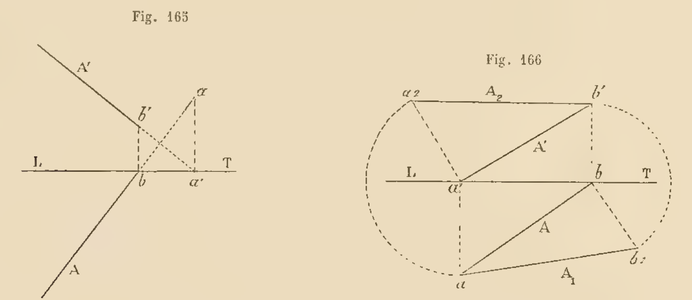


Fig. 165

Fig. 166

terre. A la rencontre de cette ligne de rappel et de la projection verticale sera la trace cherchée ; cette trace, se trouvant dans le plan vertical, se projette horizontalement sur la ligne de terre.

Ainsi, les traces horizontale et verticale de la ligne AA′ (fig. 165, 166) sont obtenues en a et en b'. Elles se projettent sur la ligne de terre en a' et en b.

Pour connaître la vraie grandeur d'une ligne, et pour trouver les angles qu'elle fait avec les plans de projection, on opère un rabattement.

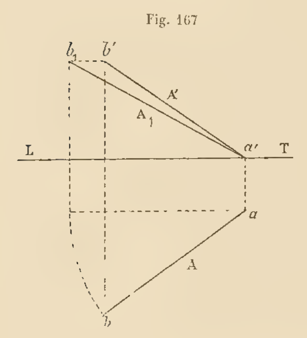
Opérons d'abord sur le plan horizontal :

Dans le triangle-rectangle de l'espace $ab'b$ (fig. 166), nous connaissons les deux côtés de l'angle droit b qui nous sont donnés par ab projection horizontale de la droite et par la hauteur bb' d'un point de cette droite ; nous pouvons donc le construire sur le côté ab de l'épure en abb_1. Le triangle abb_1 est le rabattement du triangle $ab'b$ de l'espace.

Nous construirions par le même raisonnement le triangle $a_2b'a'$ rabattement du triangle $ab'a'$ de l'espace sur le plan vertical. Dans les deux figures, les lignes a_2b', ab_1 doivent être égales.

On peut aussi obtenir la vraie grandeur d'une ligne AA′ (fig. 167) en la rendant parallèle au plan vertical par une rotation autour d'un axe vertical passant par aa'. Le point aa' restant fixe, le point bb' décrit un arc de cercle ayant pour projection horizontale un arc de rayon ab et pour projection verticale une parallèle $b'b_1$ à la ligne de terre. En joignant $a'b_1$, nous aurons en A_1 la vraie grandeur de la ligne AA′. L'angle $b_1a'L$ est l'angle que fait la ligne AA′ avec le plan horizontal.

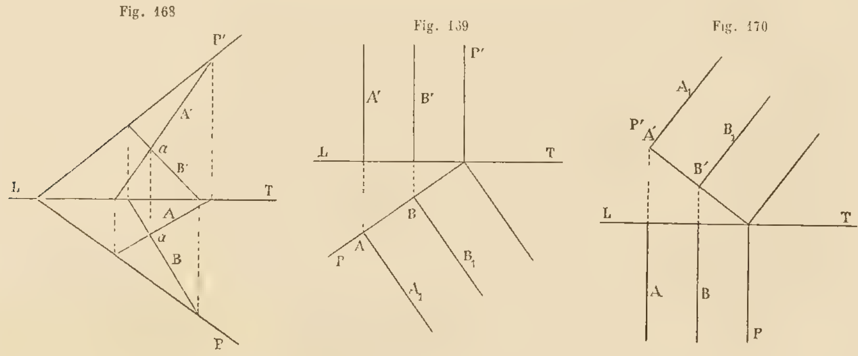
Fig. 167



Définition. — Les traces d'un plan sont les lignes suivant lesquelles ce plan coupe les plans de projection.

Principe VII. — Les traces d'un plan coupent la ligne de terre en un même point.

Connaissant les traces horizontales et verticales de deux lignes AA′, BB′ se coupant en aa' (fig. 168), il suffit de joindre les traces de même nom de ces lignes pour avoir les traces du plan qu'elles forment.



Principe VIII. — Deux lignes verticales AA′, BB′ (fig. 169) déterminent un plan perpen-

diculaire au plan horizontal dont la trace horizontale P est dirigée suivant AB, et la trace verticale suivant une verticale P′.

Principe IX. — De même, deux lignes horizontales AA′, BB′ (fig. 170) forment un plan perpendiculaire au plan vertical ; sa trace verticale P′ est dirigée suivant A′B′ et sa trace horizontale P suivant une perpendiculaire à la ligne de terre.

Dans les deux figures qui précèdent, A_1 et B_1 représentent les rabattements sur les plans de projection des droites A et B.

Principe X. — Lorsqu'un plan est perpendiculaire aux deux plans de projection et, par suite, à la ligne de terre, ses traces sont en lignes droites et sont perpendiculaires à la ligne de terre (fig. 171).

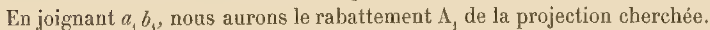
Fig. 171

Ce plan est appelé plan de profil.

On a besoin d'avoir recours à une rotation pour opérer sur les figures tracées dans ce plan.

Ainsi, soit à projeter la ligne AA′ sur le plan de profil PP′, nous ne nous rendrons bien compte de cette projection qu'en la faisant tourner de manière à la rabattre sur le plan vertical.

Le point bb' après la rotation vient en b_1 sur l'horizontale $b'b_1$. La projection du point aa' vient en a_1 sur le plan horizontal.



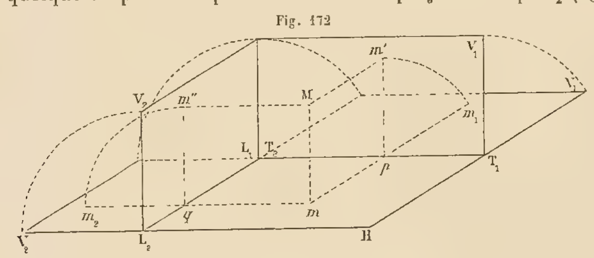
En joignant $a_1 b_1$, nous aurons le rabattement A_1 de la projection cherchée.

Principe XI. — Deux plans de l'espace parallèles rencontrent chacun des plans de projection suivant des lignes parallèles.

Dessin projectif. — Dans le dessin que nous appellerons *dessin projectif*, par opposition au *dessin perspectif*, on représente les figures à trois dimensions par leur projection sur le sol et sur le mur. Les projections sur le sol s'appellent alors des *plans* et les projections sur le mur des *élévations*.

On emploie quelquefois plusieurs plans verticaux de projection V_1, V_2 (fig. 172 et 173),

Fig. 172

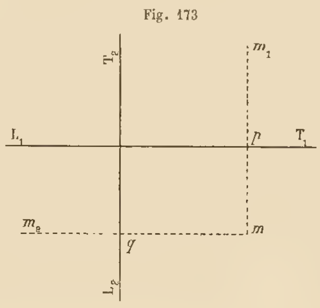


et on a alors plusieurs élévations, correspondant à un plan unique. On conçoit alors les plans verticaux comme ayant été rabattus sur le plan du sol en arrière de chacune des lignes de terre L_1T_1, L_2T_2 prises comme charnières.

Dans le dessin d'architecture, pour figurer la disposition des murs aux différents étages,

on suppose ces murs coupés par des plans horizontaux à un mètre environ au-dessus de chaque plancher, et l'on projette séparément chacune des sections obtenues, ce qui fournit autant de plans que d'étages.

Fig. 173



Enfin, on a souvent recours à des sections faites par des plans verticaux convenablement choisis pour faire voir des dispositions intérieures qui ne sont visibles ni sur les plans ni sur les élévations.

Ces sections s'appellent des *coupes* (coupe suivant AB, CD — AB, CD désignant les traces des plans sécants sur le sol). On projette les coupes obtenues sur des plans verticaux parallèles dont les traces sont situées en dehors du plan.

Les coupes horizontales ou plans, ainsi que les coupes verticales, reçoivent sur les parties pleines des hachures de directions différentes pour les plans et pour les coupes (fig. 174 et 175).

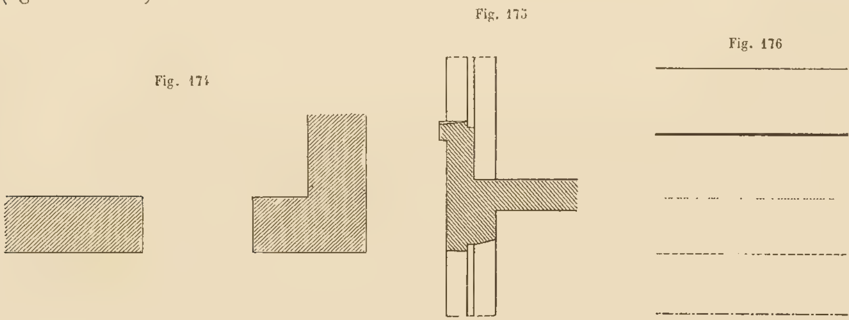


Fig. 174 — Fig. 175 — Fig. 176

Les hachures sont souvent remplacées par des teintes plates de carmin ou d'encre de Chine.

Dans le *dessin projectif*, on fait usage de divers *traits* pour l'exécution des lignes à l'encre (fig. 176).

Le trait *continu faible* ou *fort* pour les arêtes vues des solides.

Le trait *ponctué* pour les arêtes cachées.

Le trait *interrompu* pour les lignes de rappel.

Le trait *mixte* pour les axes et les lignes de construction.

On distingue les lignes vues sur la projection horizontale et celles vues sur la projection verticale.

Les premières correspondent à des arêtes visibles pour un observateur placé à une distance infinie au-dessus du sol.

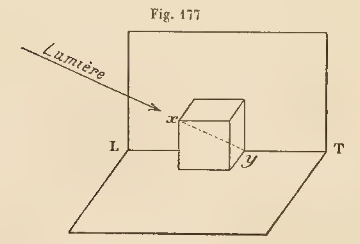
Les secondes à des arêtes visibles pour un observateur placé à une distance infinie en avant du mur.

De sorte qu'une même arête peut être vue en projection horizontale et cachée en projection verticale.

Les traits continus forts ou *traits de force* s'appliquent aux lignes vues qui séparent une face éclairée d'une face dans l'ombre.

Pour faire cette distinction, on suppose les rayons lumineux parallèles à la diagonale $x\ y$ d'un cube qui a une face sur le mur et une autre sur le sol (fig. 177).

Fig. 177



Échelles. — Lorsque la figure à représenter a des dimensions trop grandes pour que ses projections soient contenues dans les limites assignées au dessin, on substitue à ces projections des figures semblables exécutées toutes à la même échelle. Cela revient à supposer que les dimensions de la figure de l'espace ont été réduites dans un rapport déterminé.

EXERCICES

EXERCICES

ORNEMENT GÉOMÉTRIQUE

Après avoir donné précédemment les notions de géométrie, nous donnons, comme exercice, l'application des figures géométriques élémentaires planes, qui forment la base fondamentale de l'ornement à plat géométrique.

Leur caractère mathématique, leur condition d'espace que la géométrie nous enseigne, et pour l'aspect et par la démonstration exacte, sont surtout applicables à l'ornement géométrique.

Aussi l'on remarquera combien il est nécessaire d'étudier la forme géométrique.

Toutes les lignes courbes et droites sont basées sur les figures géométriques simples : le triangle, le carré et le cercle, avec leurs composés l'hexagone et l'octogone.

Avec celles-ci on peut faire une variété immense de combinaisons des plus élégantes.

Nous ferons suivre les applications des figures géométriques par d'autres exercices composés de lignes droites, verticales et horizontales parallèles ; on verra immédiatement le parti qu'on peut tirer de ces éléments et comment, avec le croisement à angle droit de ces lignes, on peut composer des dessins rectilignes infinis.

Des lignes droites on passe aux cercles et aux combinaisons des intersections de cercles.

Nos planches peuvent être reproduites par l'élève, soit par le dessin à main levée ou bien avec le compas et la règle.

PLANCHES I ET II

TRIANGLE

Nous avons dit, au chapitre III des notions de géométrie, que les triangles sont des figures formées par trois droites qui se coupent.

Les figures représentées sur nos planches I et II sont des triangles équilatéraux qui ont une forme absolue et essentiellement régulière. Ces triangles ont leurs angles égaux ainsi que leurs côtés.

L'angle du triangle équilatéral est de 60°.

Les lignes naturelles du triangle équilatéral sont les hauteurs, les rayons et les apothèmes représentés sur la planche I, figure 1.

PLANCHES III ET IV

CARRÉ

Dans le carré, les lignes centrales qui divisent ses côtés par moitié sont perpendiculaires; la direction de ses diagonales divise par moitié l'angle polygonal qui est de 90° : il a donc un développement central.

Par ce développement régulier de ses côtés et la division régulière de sa surface, le carré est la forme absolue entre tous les quadrilatères et, de plus, une figure de base employée le plus souvent dans l'ornement géométrique.

PLANCHES V ET VI

PENTAGONE

Le pentagone n'est pas d'une grande application dans le dessin de l'ornement géométrique.

Toutefois, le développement de sa forme n'est pas sans importance.

Le pentagone régulier a cinq axes de symétrie et tous ses côtés et tous ses angles égaux ; c'est une figure centrée qui a pour dominante le cercle ; elle doit être pour nous le représentant des figures d'ornement d'un développement central en nombre impair, comme les fleurs.

PLANCHES VII ET VIII

HEXAGONE

L'hexagone peut être régulier ; dans ce cas, il a six axes de symétrie, trois angulaires et trois transverses ; sa dominante est le cercle.

Nous donnons (Pl. VIII, n° 1) une figure étoilée formée par deux triangles équilatéraux entrecroisés, c'est-à-dire intersectés.

L'esquisse à main levée d'un hexagone régulier peut s'obtenir soit sur une ligne donnée au moyen de l'angle polygonal de 120°, soit à l'aide d'un cercle donné dont la moitié est divisée en trois parties égales, en joignant les deux points symétriques obtenus au moyen des normales ou au moyen des diamètres.

PLANCHES IX ET X

OCTOGONE

L'octogone régulier a huit axes de symétrie, quatre angulaires et quatre transverses, et pour dominante le cercle.

Sa dérivation du carré se montre dans les figures I et II, planche IX, et comment l'esquisse peut se faire à main levée.

On construit l'octogone à l'aide d'un angle de 135° et des lignes de secours normales et horizontales paires.

La plupart des figures représentées sur nos planches sont des figures étoilées à huit pointes, qui ont une grande importance dans les combinaisons géométriques des modèles d'ornements.

PLANCHES XI ET XII

CERCLE

Le cercle représenté planche XI, figure I, se développe régulièrement dans toutes les directions à partir de son centre ; il est d'une forme indifférente par rapport à sa direction.

Le cercle est le symbole de ce qui est fermé et du développement de la forme périphérique ; c'est la configuration fondamentale des surfaces planes fermées la plus importante.

PLANCHES XIII ET XIV

LIGNES PARALLÈLES

(VERTICALES — HORIZONTALES — INCLINÉES.)

Nos planches représentent les combinaisons produites par la rencontre des lignes verticales, horizontales et inclinées qui sont d'une application immédiate, c'est-à-dire les résultats que l'on peut obtenir par ces combinaisons.

L'élève voit aussi le parti qu'il peut tirer des premières notions qu'on lui donne.

PLANCHES XV, XVI, XVII ET XVIII

GRECQUES

La grecque est un ornement composé d'une suite de lignes droites qui s'entrelacent, mais en restant toujours parallèles ou perpendiculaires entre elles.

On dit aussi Méandre, parce que les lignes qui forment cet ornement semblaient imiter le cours du fleuve Méandre, dans l'Asie Mineure ; selon Strabon, on appliquait le nom de ce fleuve à tout ce qui avait une forme sinueuse.

Dans l'architecture antique, on trouve l'emploi des Méandres sur des membres droits et plats, comme sur la face du larmier d'une corniche, sous les soffites des architraves, sur les chambranles des portes et sur les plinthes des bases quand leurs tores et leurs scoties étaient ornés.

PLANCHE XIX

ENTRELACS

Les entrelacs sont des ornements de peinture ou de sculpture, composés de listels liés et croisés les uns avec les autres.

Ces sujets de décoration, qui ont pour base des combinaisons géométriques, sont applicables aux branches industrielles, telles que : la marqueterie, le parquetage, le bronze, la céramique, le carrelage, les vitraux, les papiers peints, la tapisserie, etc.

PLANCHE XX

MOSAÏQUES

Les sujets que nous donnons sont empruntés aux ambons de la basilique de Saint-Clément, et de l'église de Saint-Paul et Saint-Laurent, hors les murs, à Rome.

Ces ambons en marbre sont ornés d'incrustations en mosaïques de couleur ; ces petits ornements, formés de figures géométriques, de combinaisons infinies et toujours très harmonieuses de tons, rompent d'une façon très heureuse la monotonie des marbres blancs. Ils abondent dans les églises d'Italie.

Nous représentons sur notre planche XX quelques-uns de ces innombrables dessins.

Les figures VI, X et XII appartiennent à l'église Saint-Laurent.

PLANCHES XXI ET XXII

TRESSE — POSTE — ENTRELAC — RINCEAU

La tresse est un ornement de sculpture et de peinture qui sert à décorer les bandeaux, les tores, etc. Les figures I, II, III et IV, planche XXI, représentent des tresses simples. La figure IV, planche XXII, donne un exemple d'une tresse double.

Cet ornement a été employé dans l'antiquité ; nous citerons, comme exemple, la base du temple de Minerve Poliade.

Ce temple faisait partie de l'Erechthéium ou *Erechtheion* de l'Acropole, partie la plus élevée d'Athènes, étymologiquement : la haute ville.

La figure I, planche XXII, donne une poste, qui est aussi un ornement de sculpture et de peinture. C'est une sorte d'enroulement courant, c'est-à-dire qui se répète et qui rappelle à l'esprit l'idée d'un objet qui court après un autre, ce qui lui fait donner le nom de *poste*.

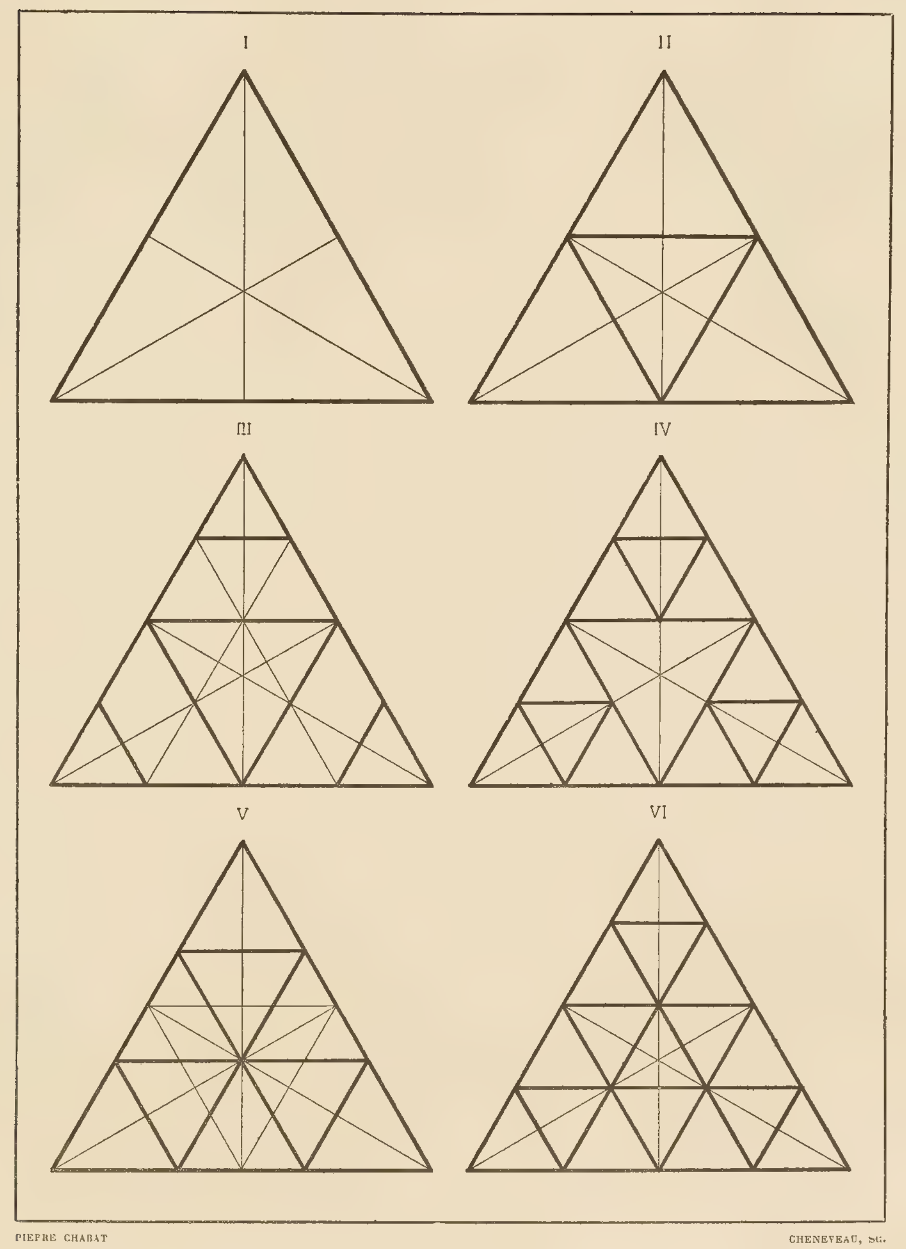
Suivant d'autres auteurs, cet ornement figurait les flots qui se succèdent et cette opinion s'appuie sur ce fait que l'on voit des *postes* parfaitement indiquées sur le groupe qui ornait l'un des angles du fronton oriental du temple de Minerve à Athènes, groupe qui représentait le soleil sortant avec son char du sein des flots.

La figure II, planche XXII, représente un entrelac avec angles arrondis.

La figure III, planche XXII, donne un rinceau, qui est également un ornement de sculpture ou de peinture ayant la forme d'une branche recourbée, prenant naissance dans un culot, et portant des feuilles imaginaires ou naturelles.

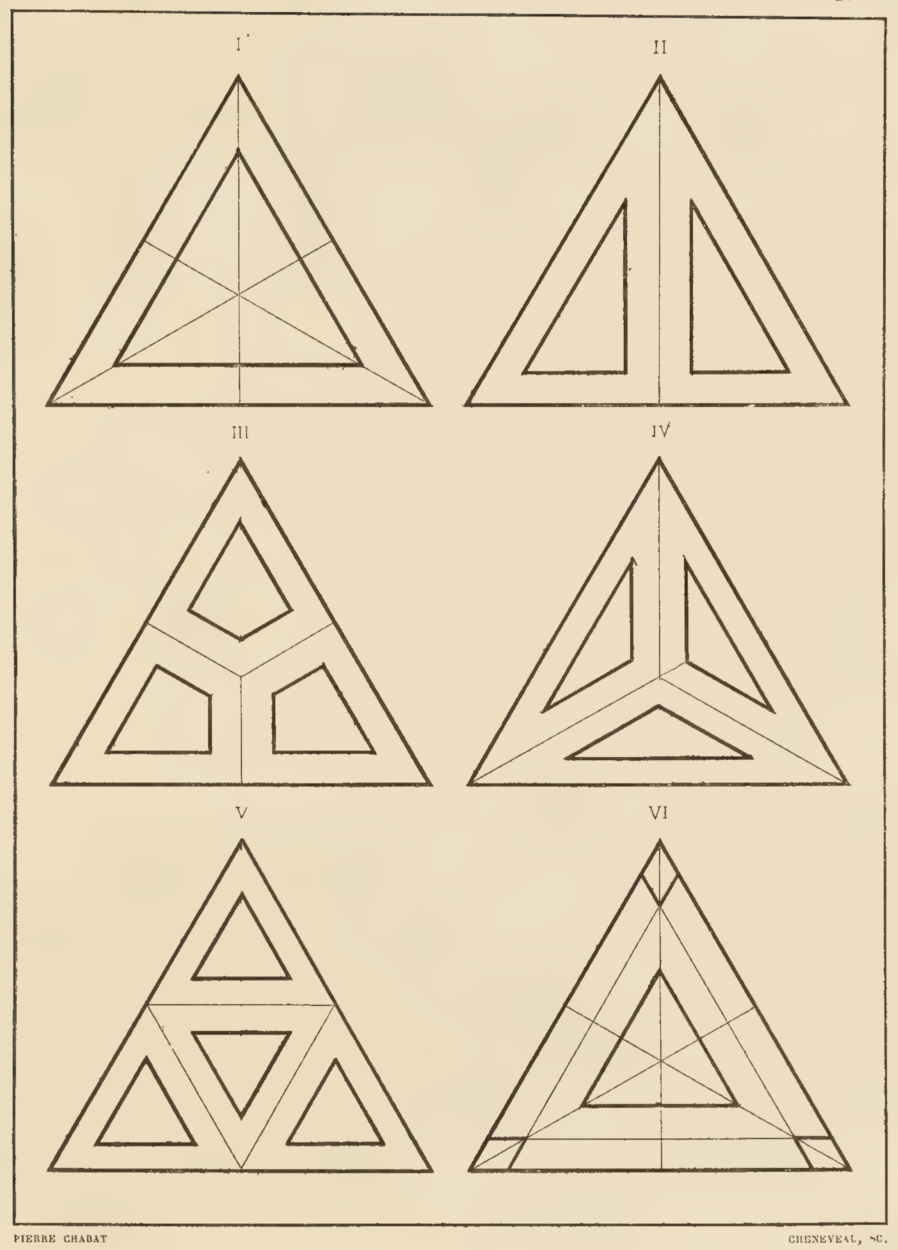
Quelquefois, cette branche porte également des fruits, des fleurs, des grappes de raisin, des feuilles de lierre ou de pampre ; on y ajoute des fleurons, des roses, des boutons, des graines, etc., etc.

Ce genre d'ornement s'emploie pour décorer les frises et, parfois aussi, les champs des pilastres ou des panneaux.



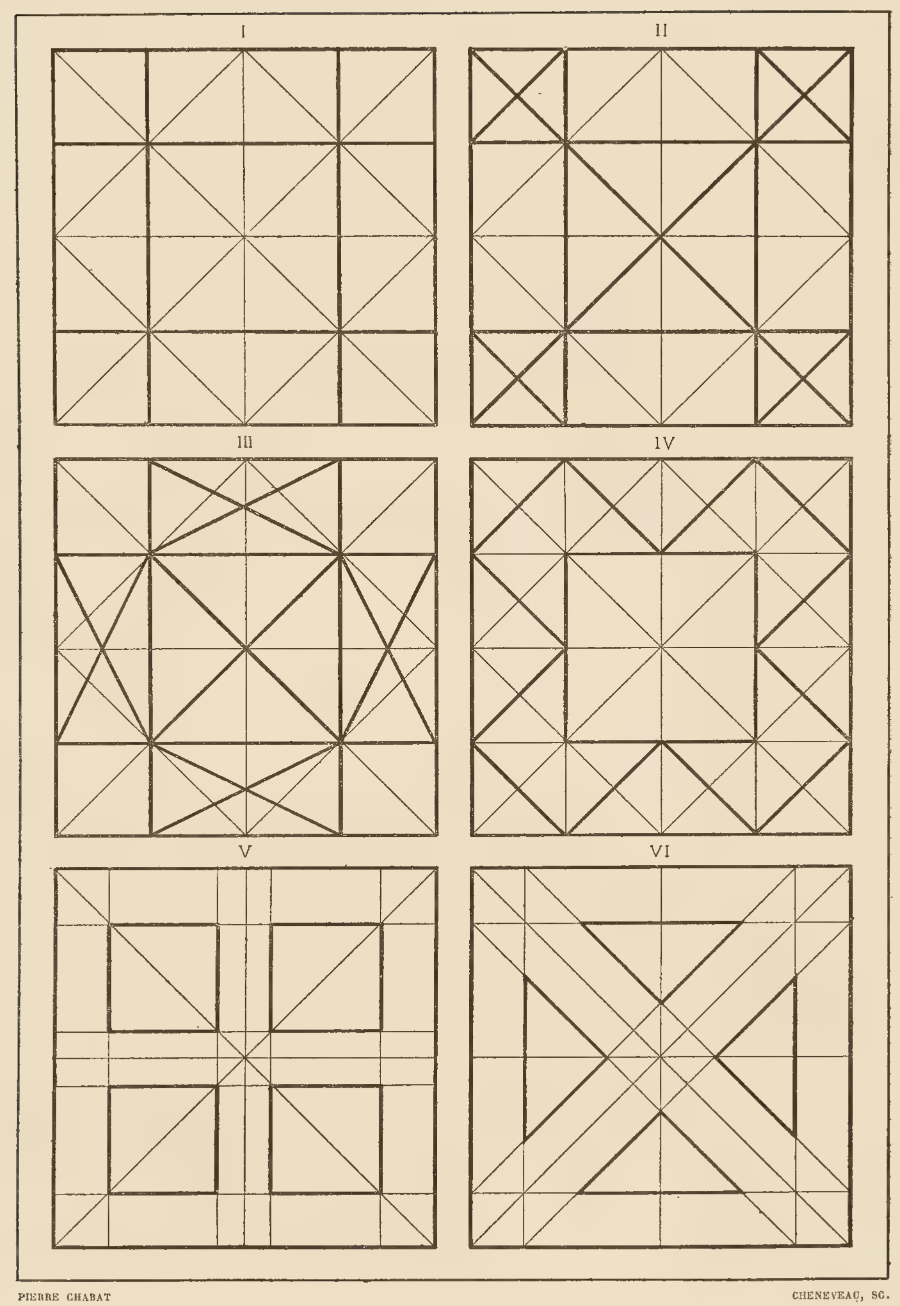
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DU TRIANGLE



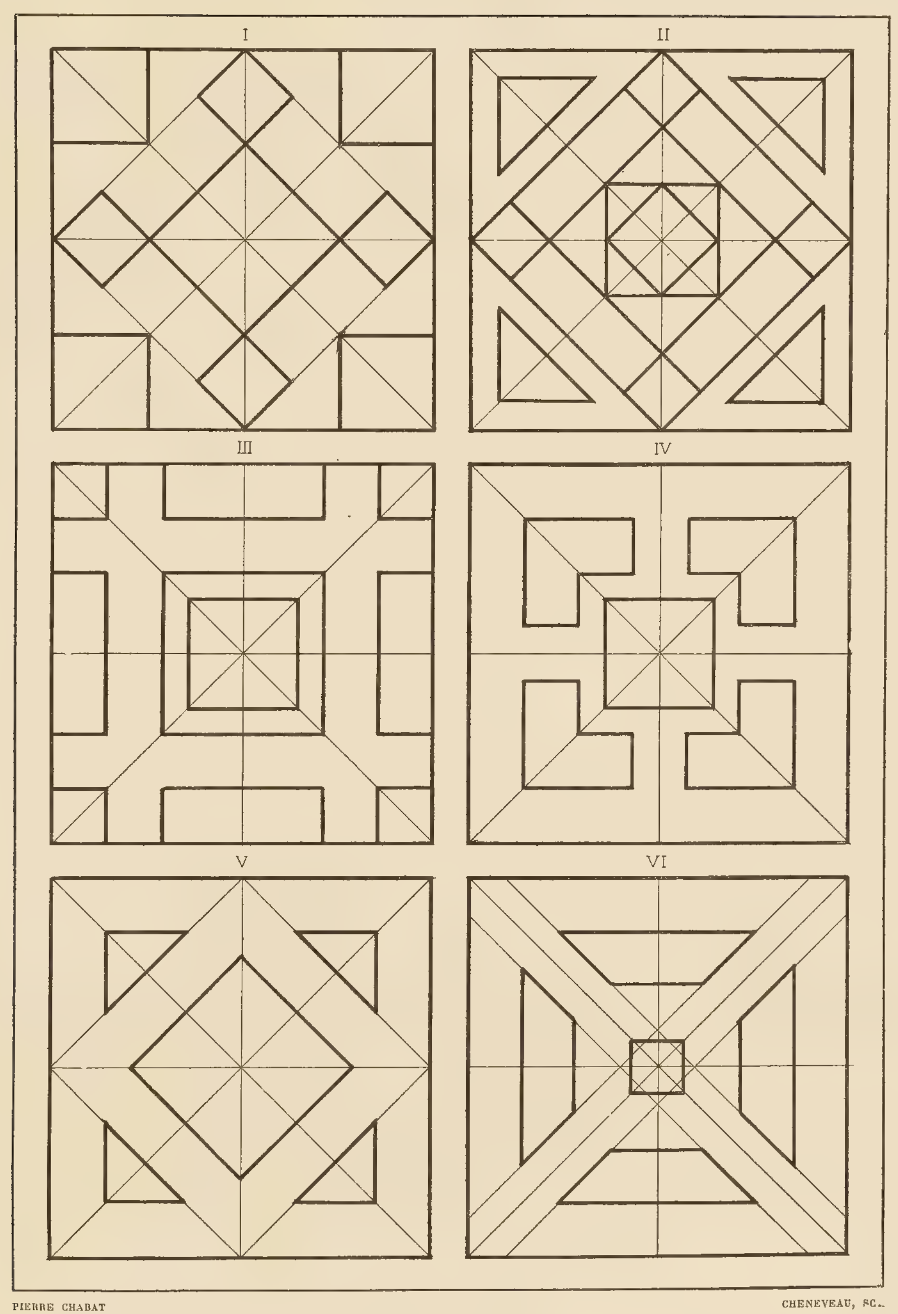
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DU TRIANGLE



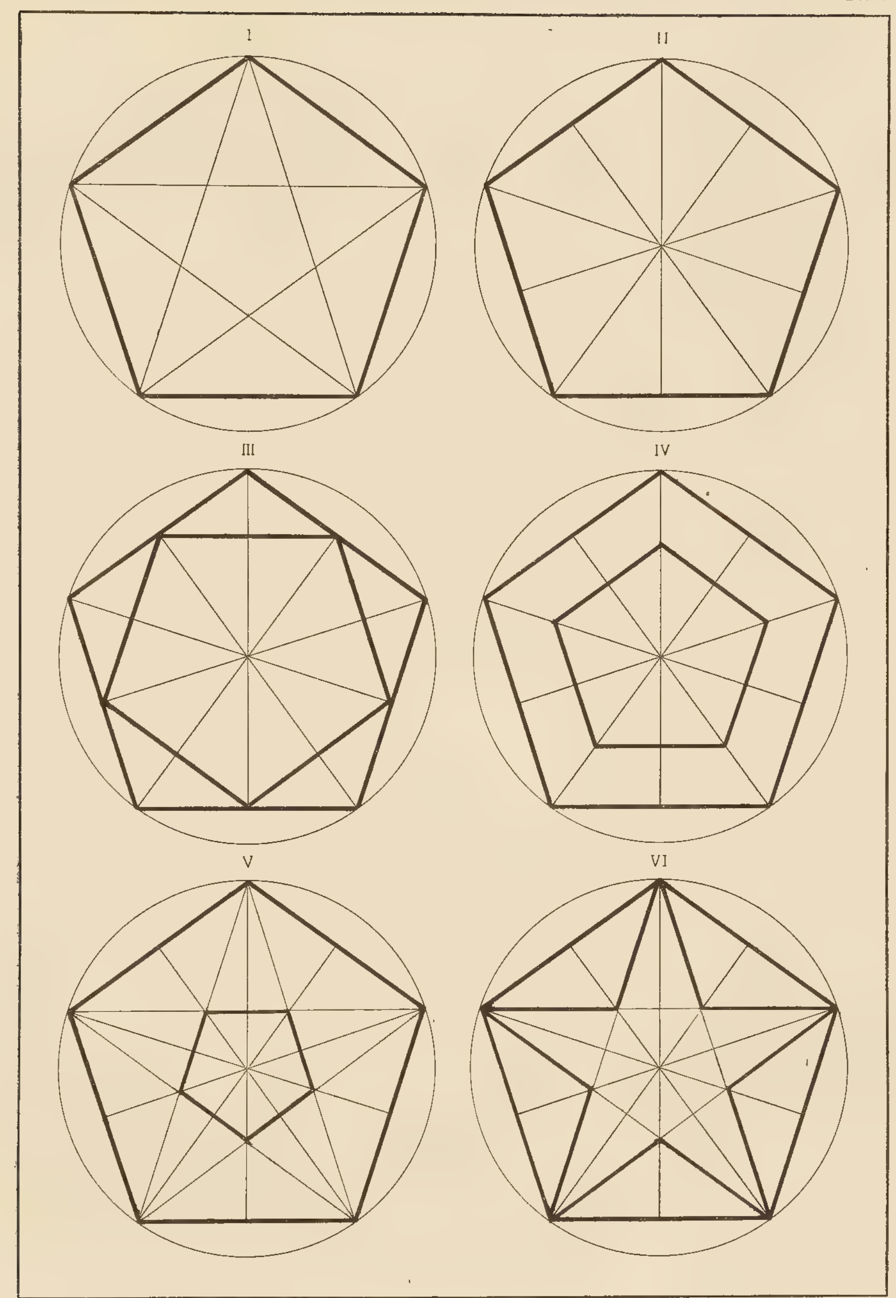
PIERRE CHABAT CHENEVEAÇ, SC.

FORMES COMBINÉES DU CARRÉ



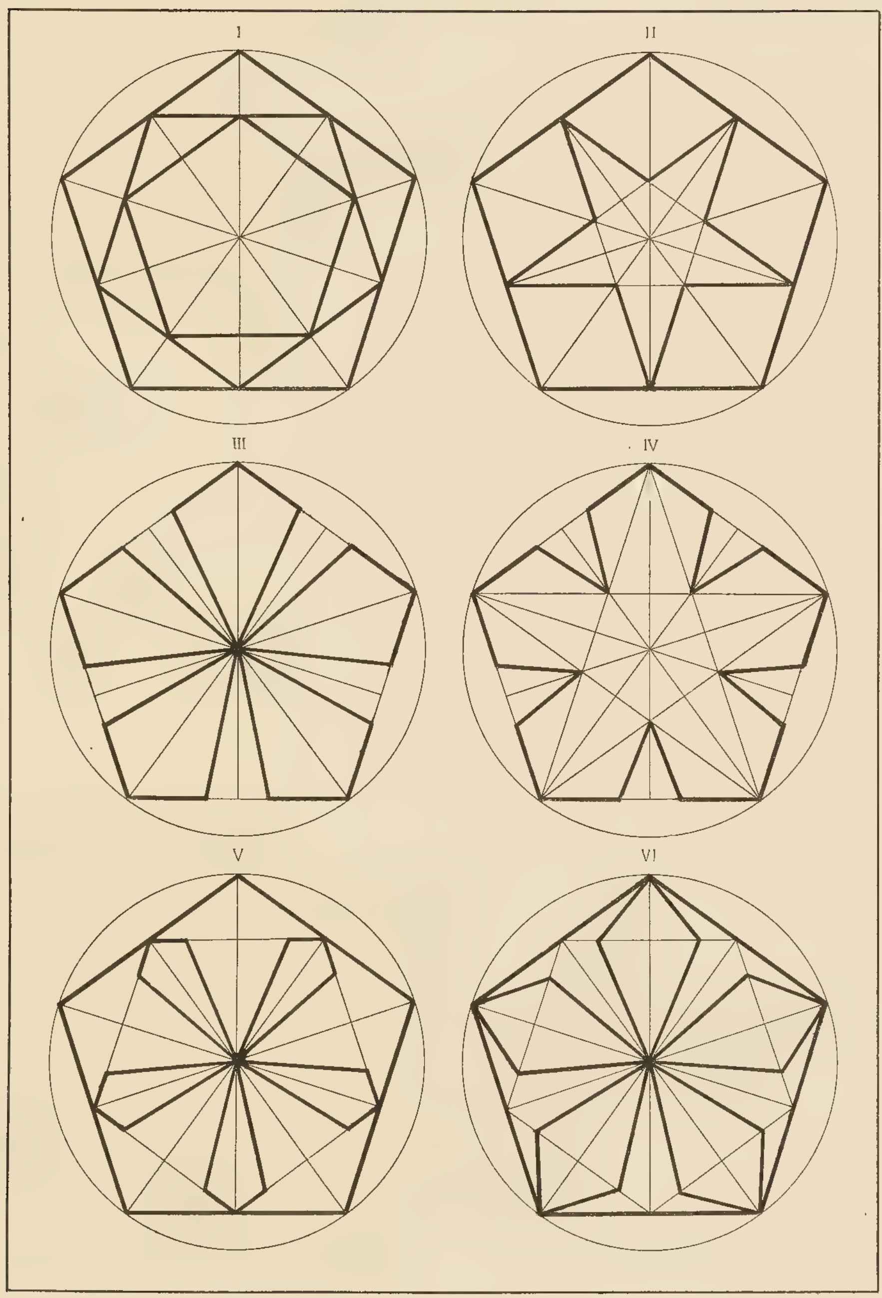
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DU CARRÉ



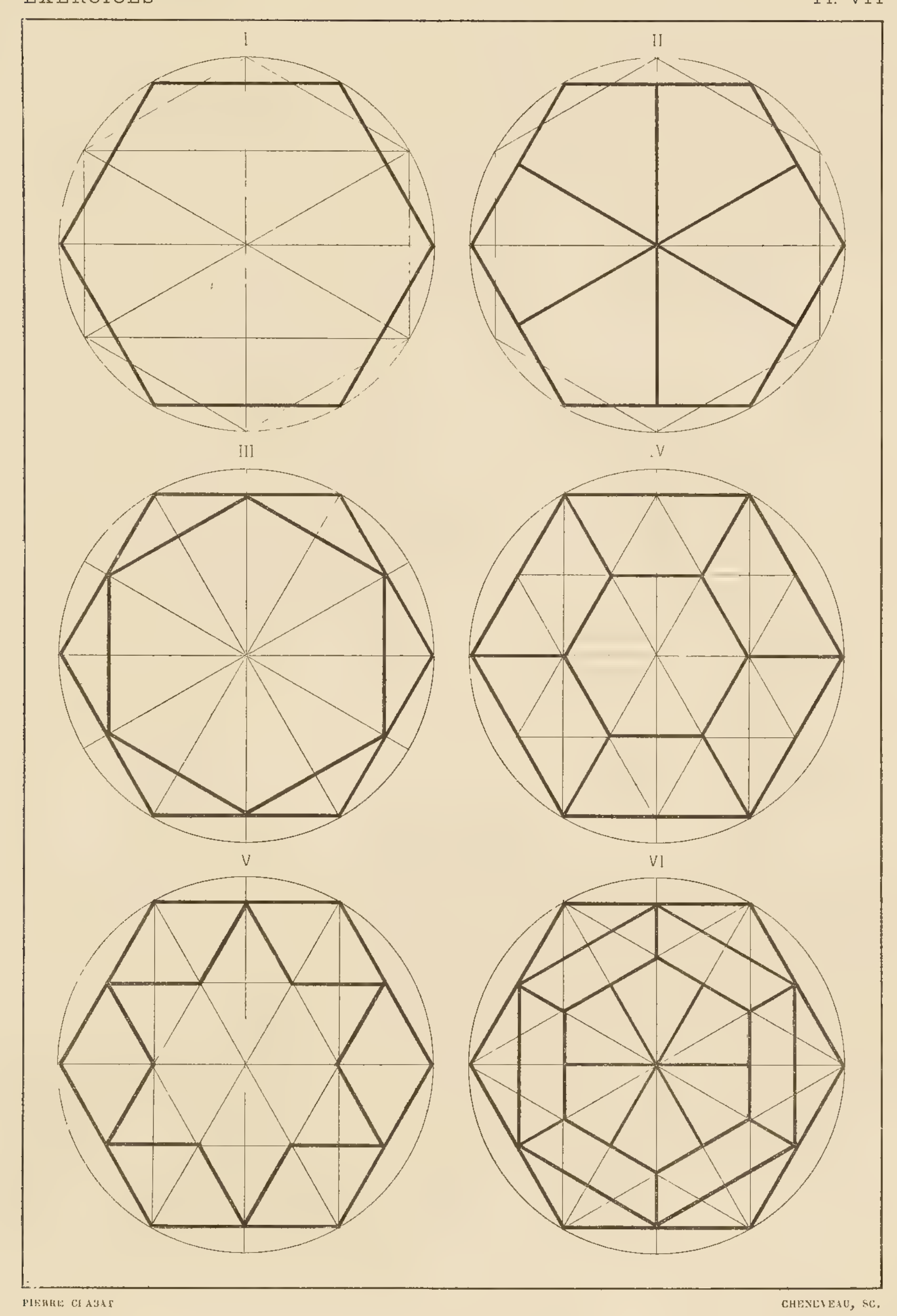
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DU PENTAGONE



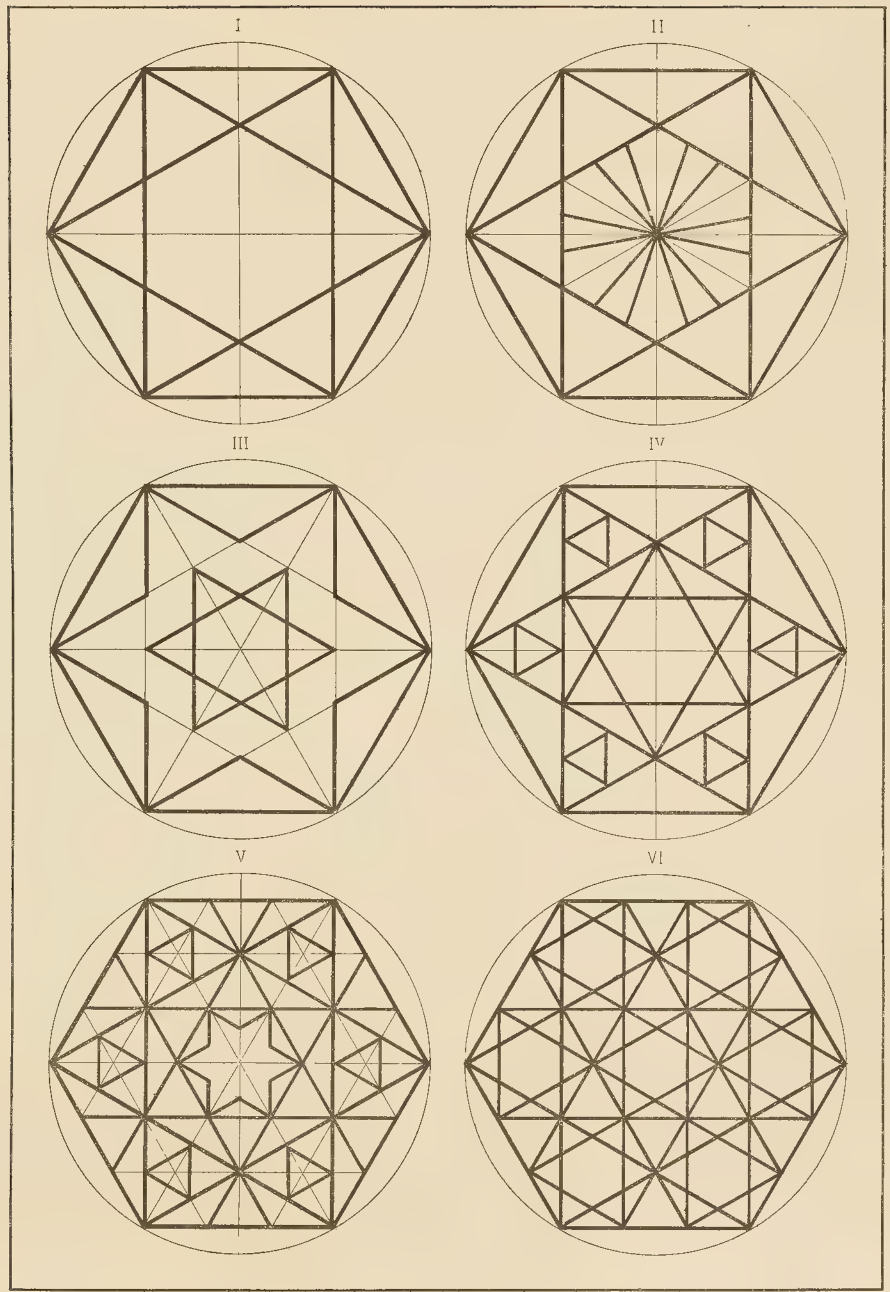
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DU PENTAGONE



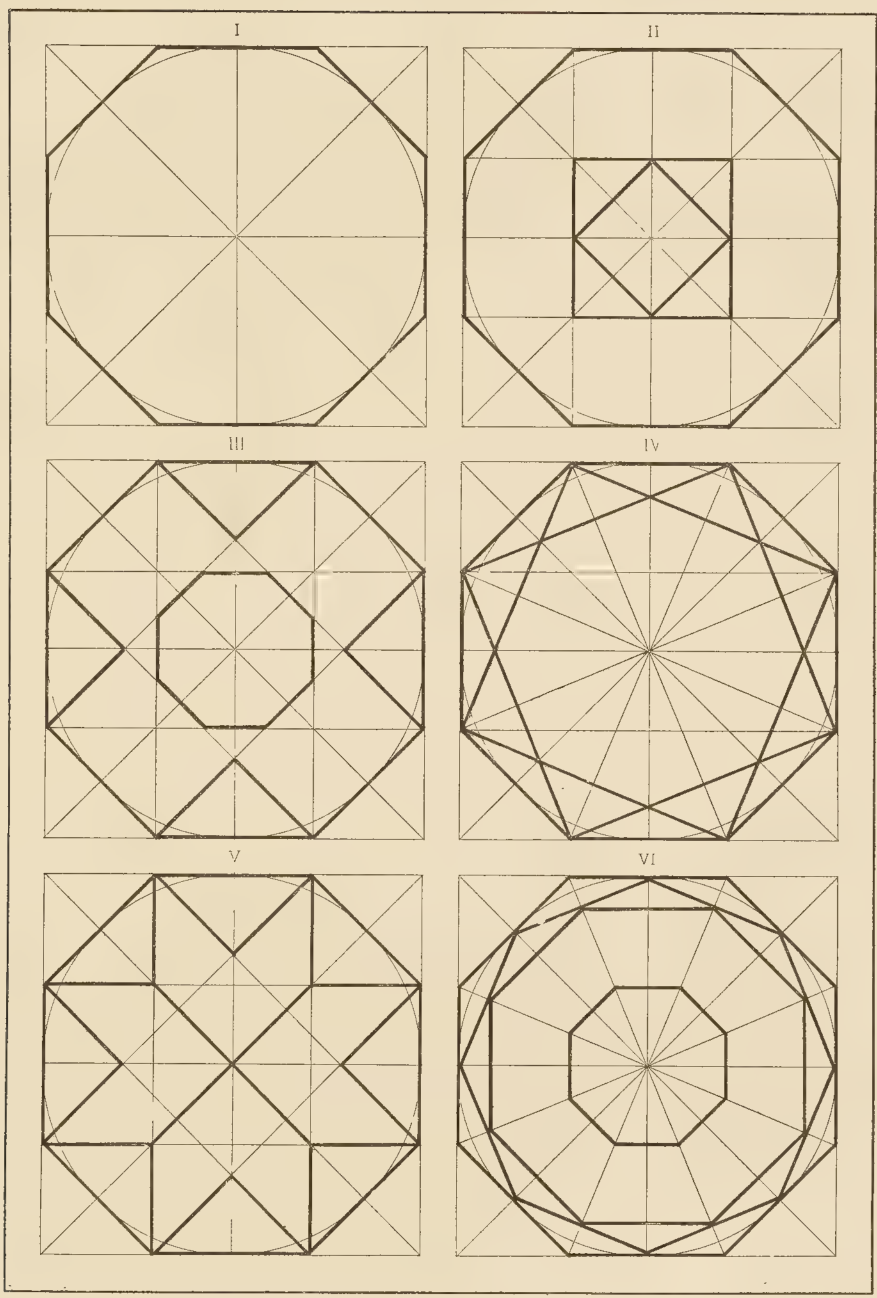
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DE L'HEXAGONE



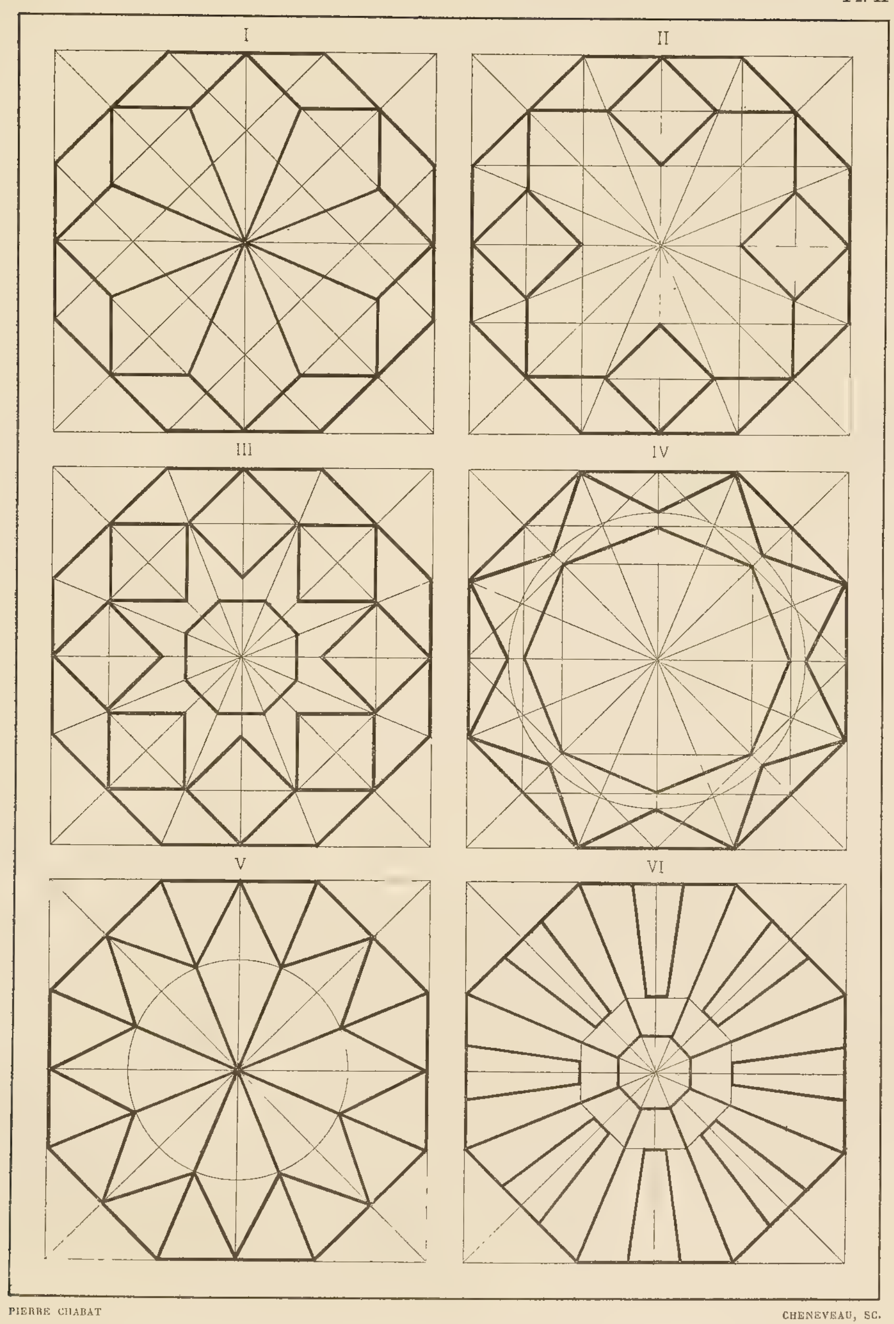
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, Sc.

FORMES COMBINÉES DE L'HEXAGONE



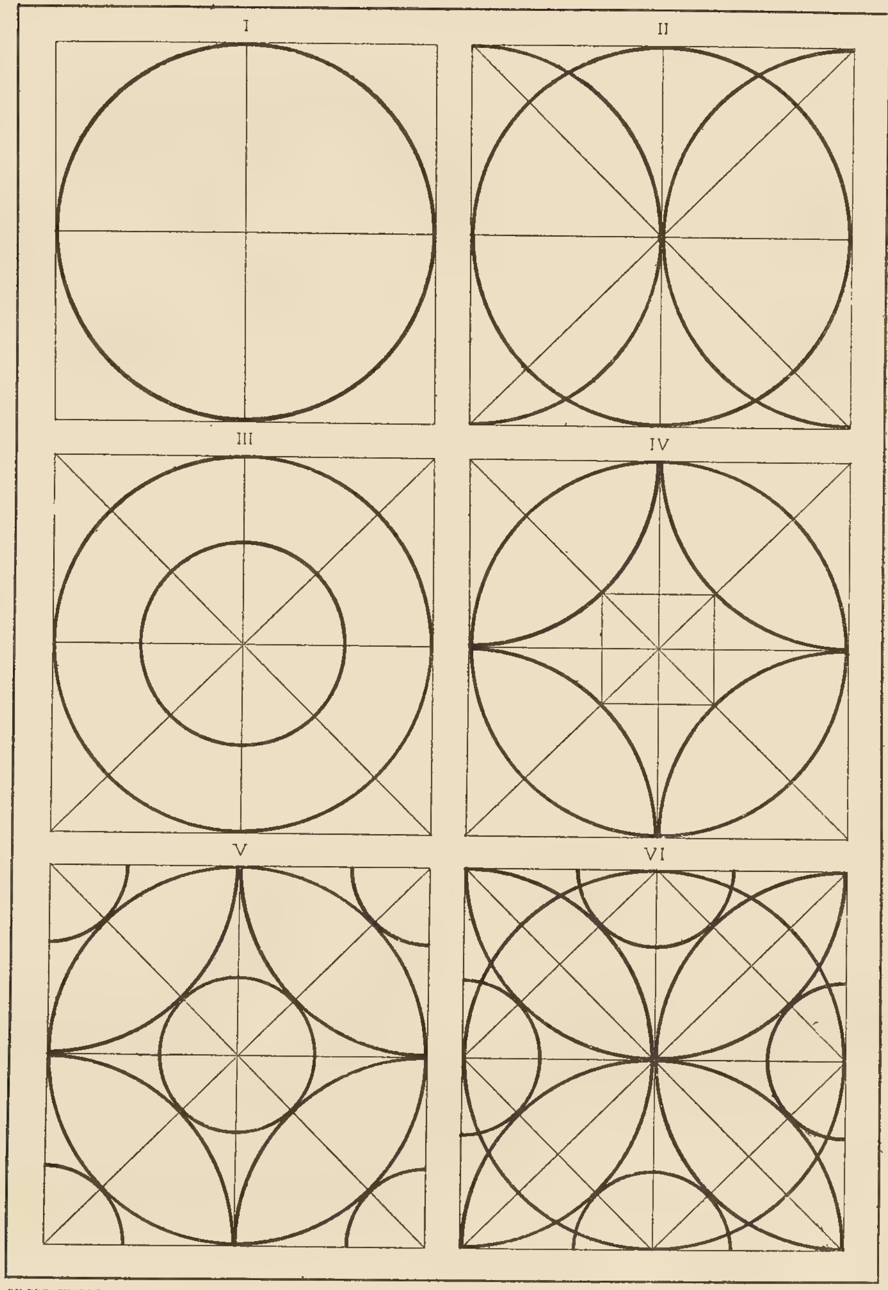
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DE L'OCTOGONE



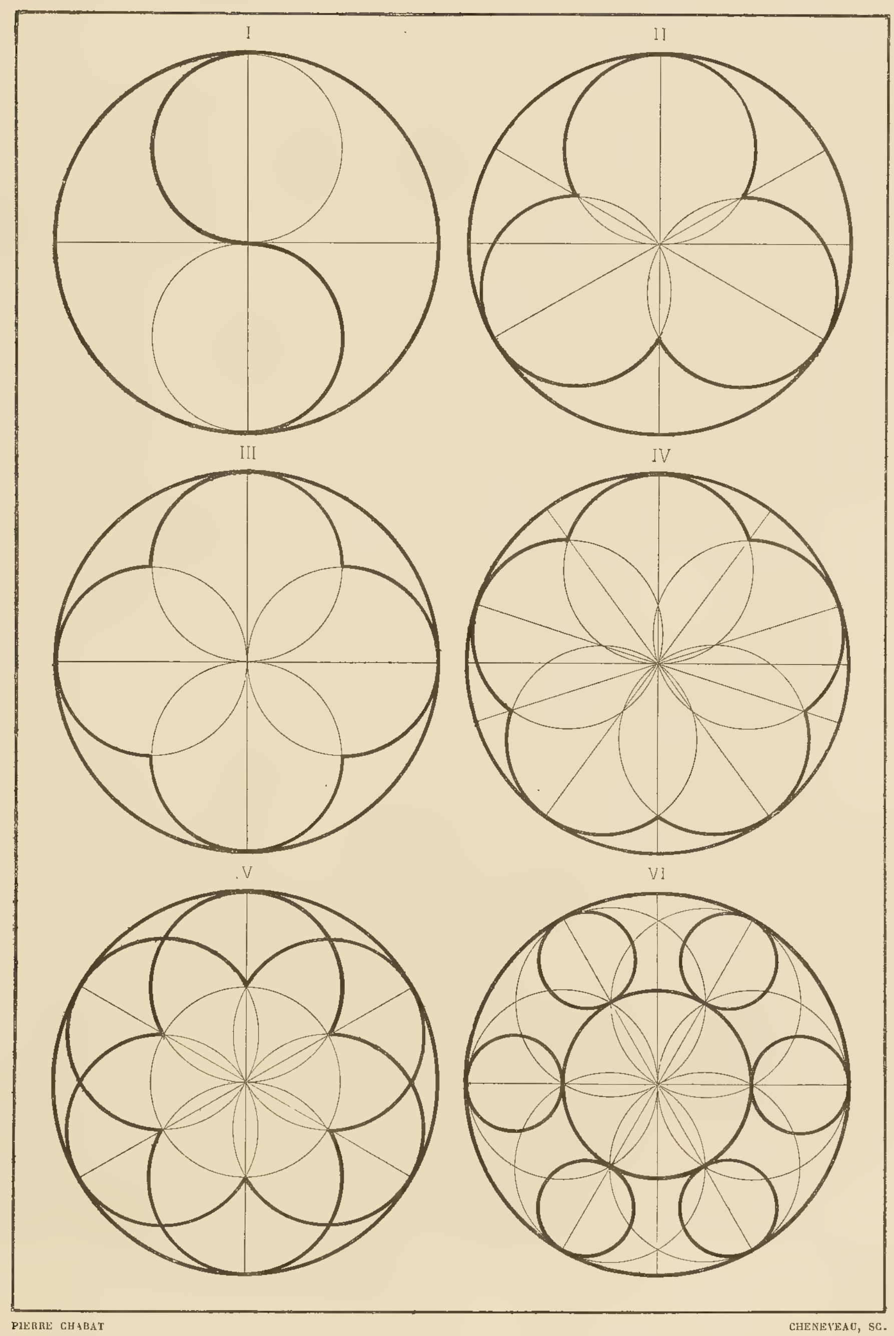
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DE L'OCTOGONE



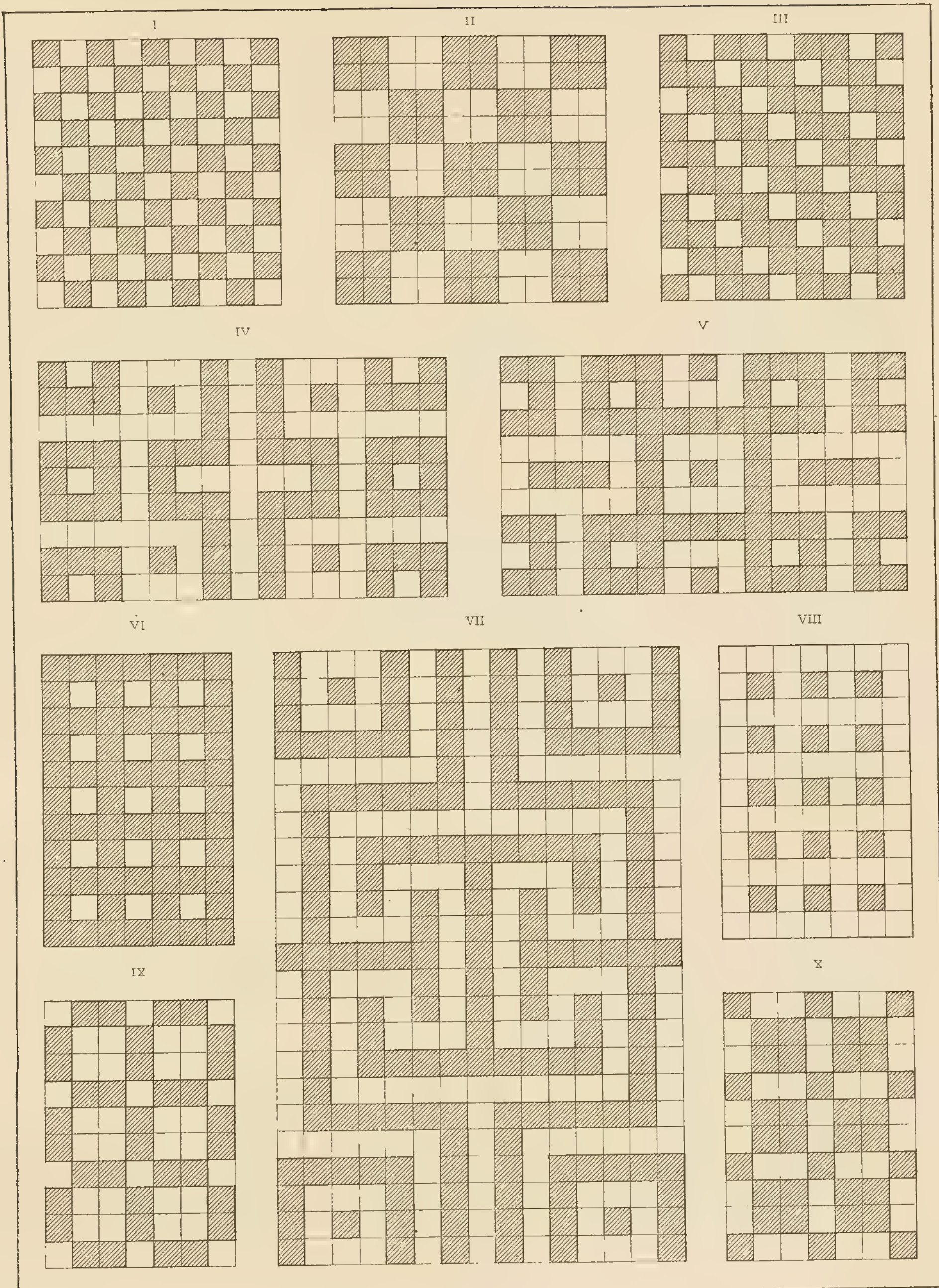
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

FORMES COMBINÉES DU CERCLE



PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

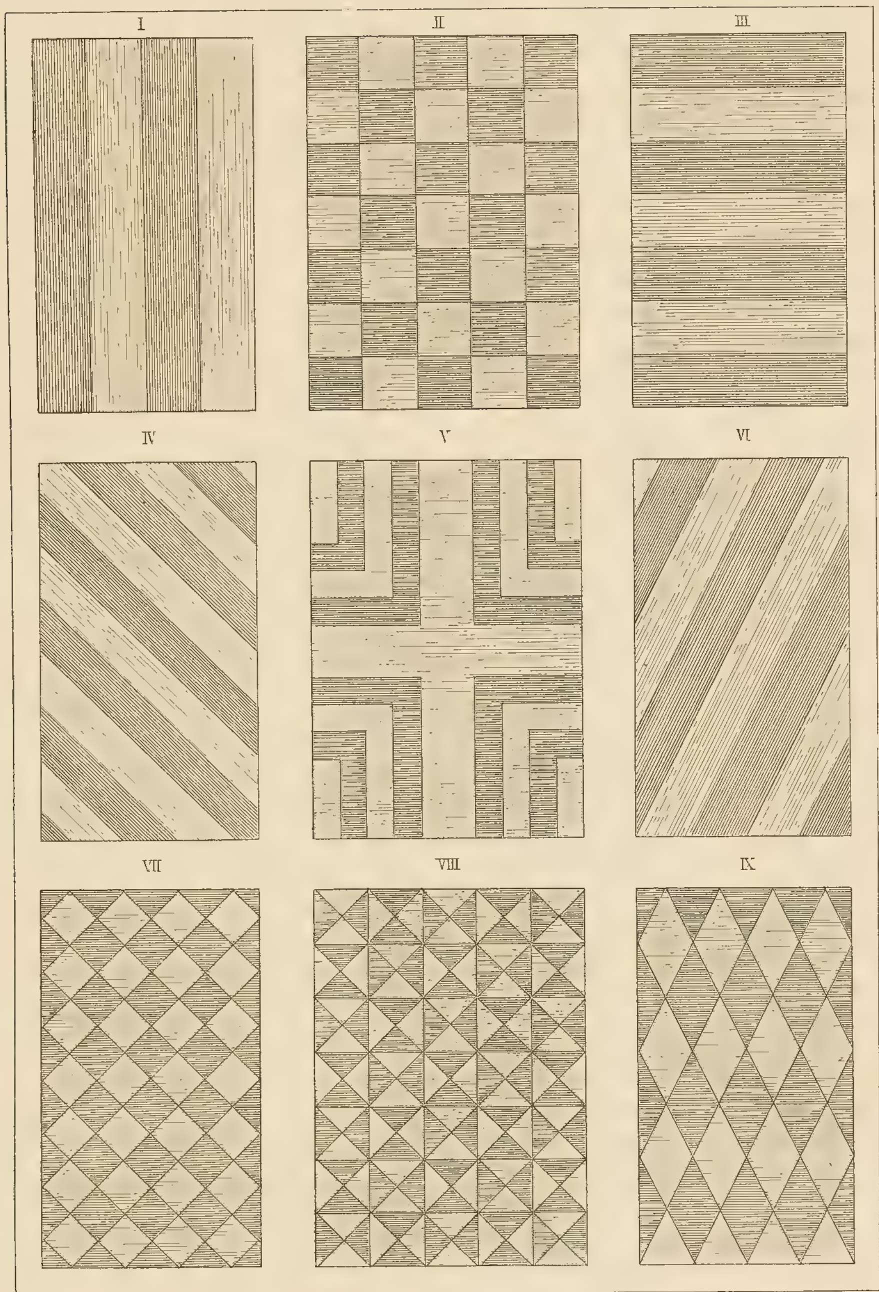
FORMES COMBINÉES DU CERCLE



PIERRE CHABAT CHENEVEAU, Sc.

LIGNES PARALLÈLES

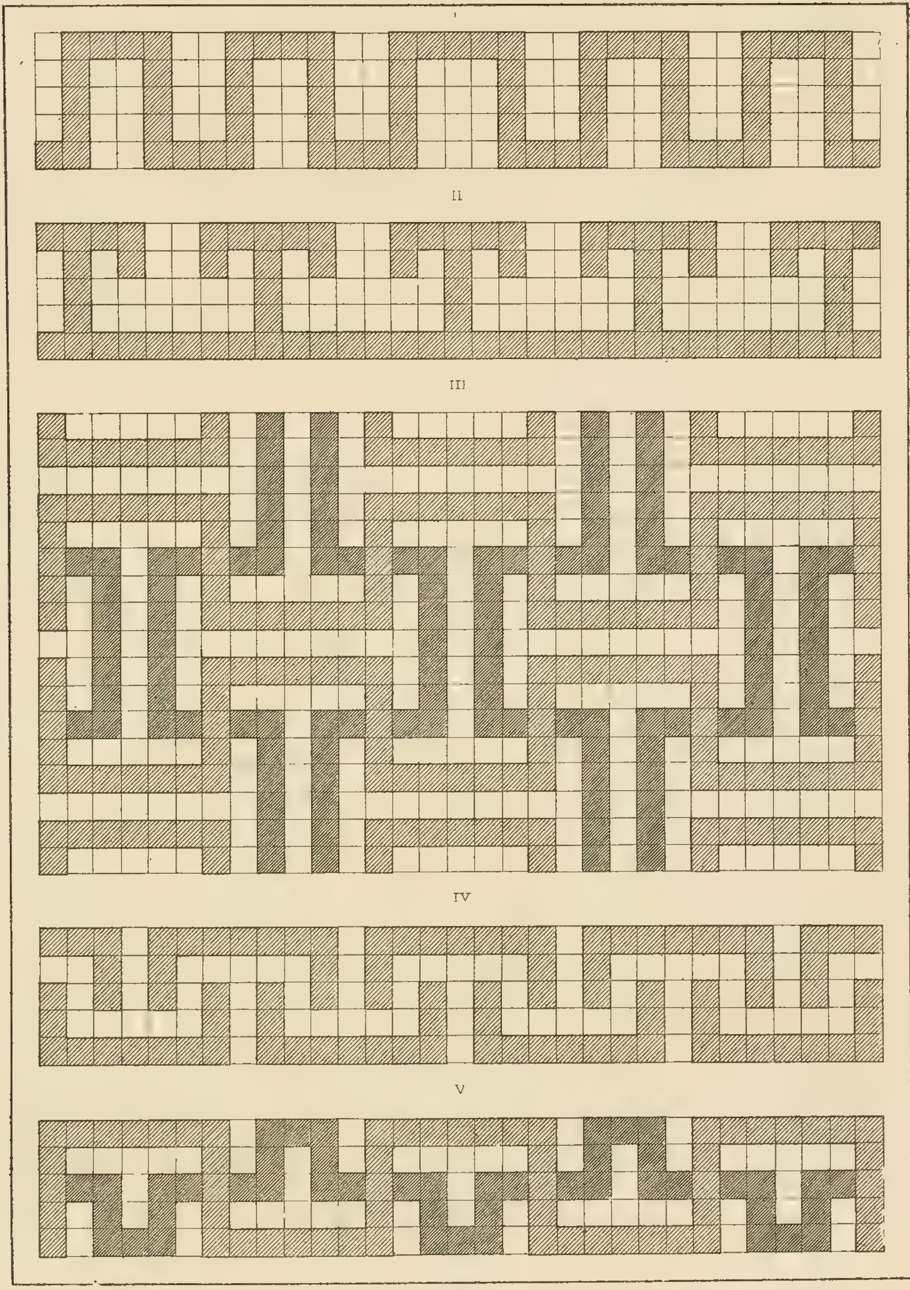
VERTICALES, HORIZONTALES



PIERRE CHABAT TOMASKIEWICH, SC.

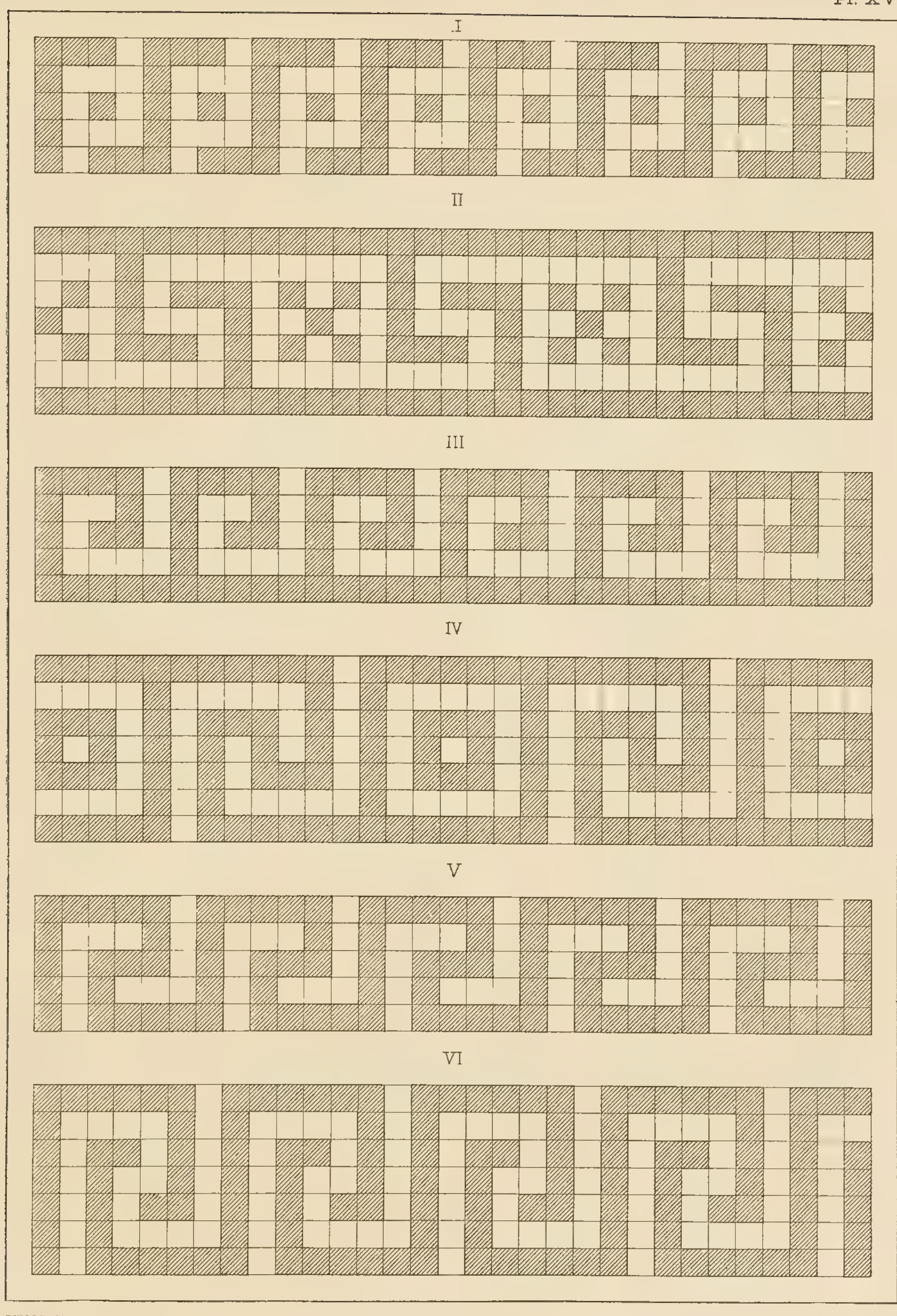
LIGNES PARALLÈLES

VERTICALES, HORIZONTALES ET INCLINÉES



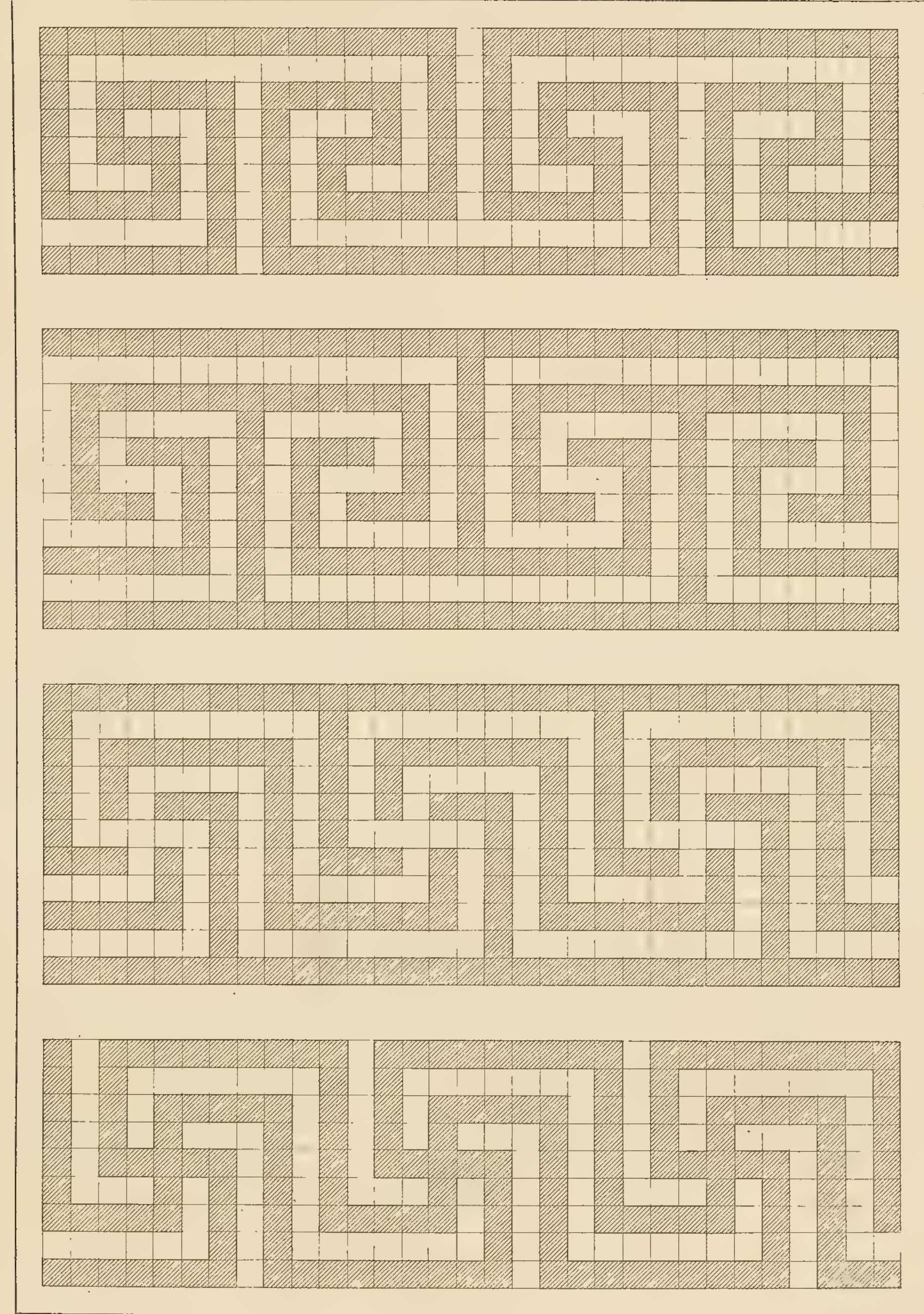
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

GRECQUES



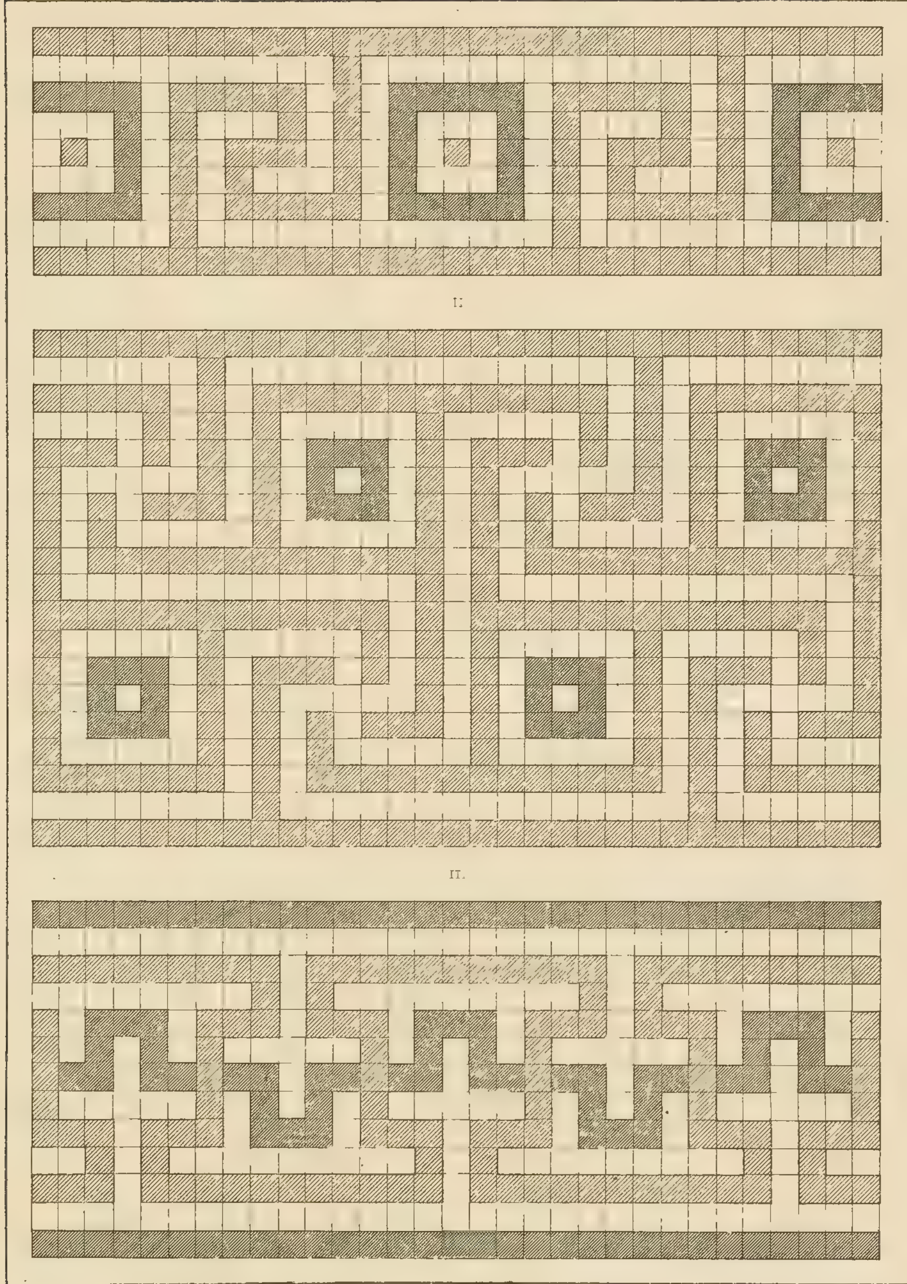
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

GRECQUES



PIERRE CHABAT C. ENE. EAU, SC.

GRECQUES



PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

GRECQUES

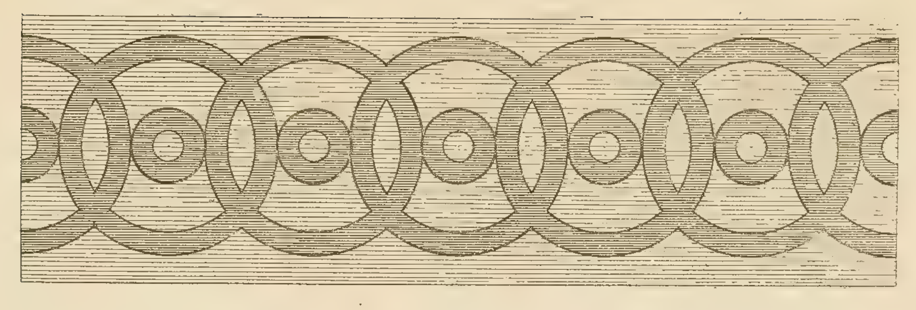


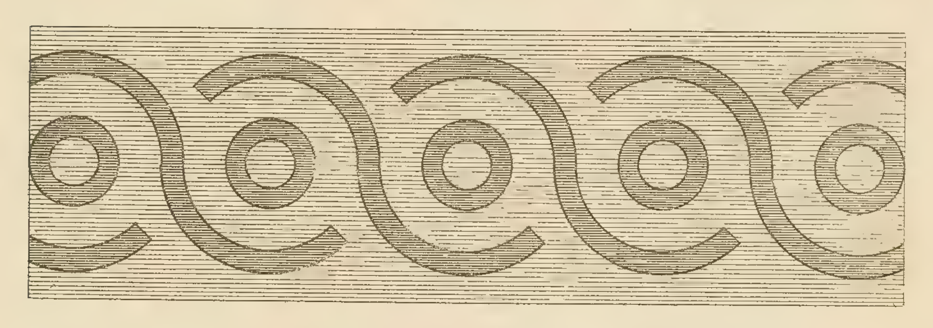
MOSAÏQUE.—ENTRELACS.

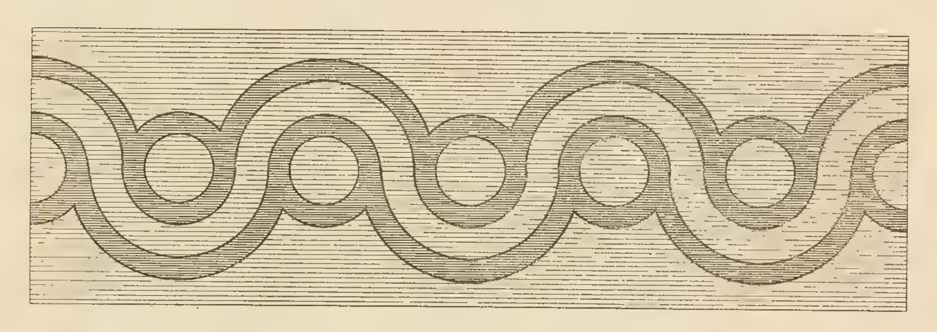


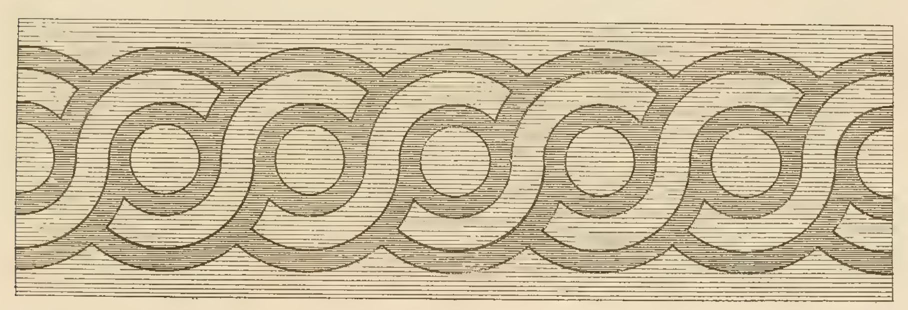
PIERRE CHABAT — LEMERCIER & Cie — COIN LITH

MOSAÏQUES.
(ÉTATS ROMAINS)



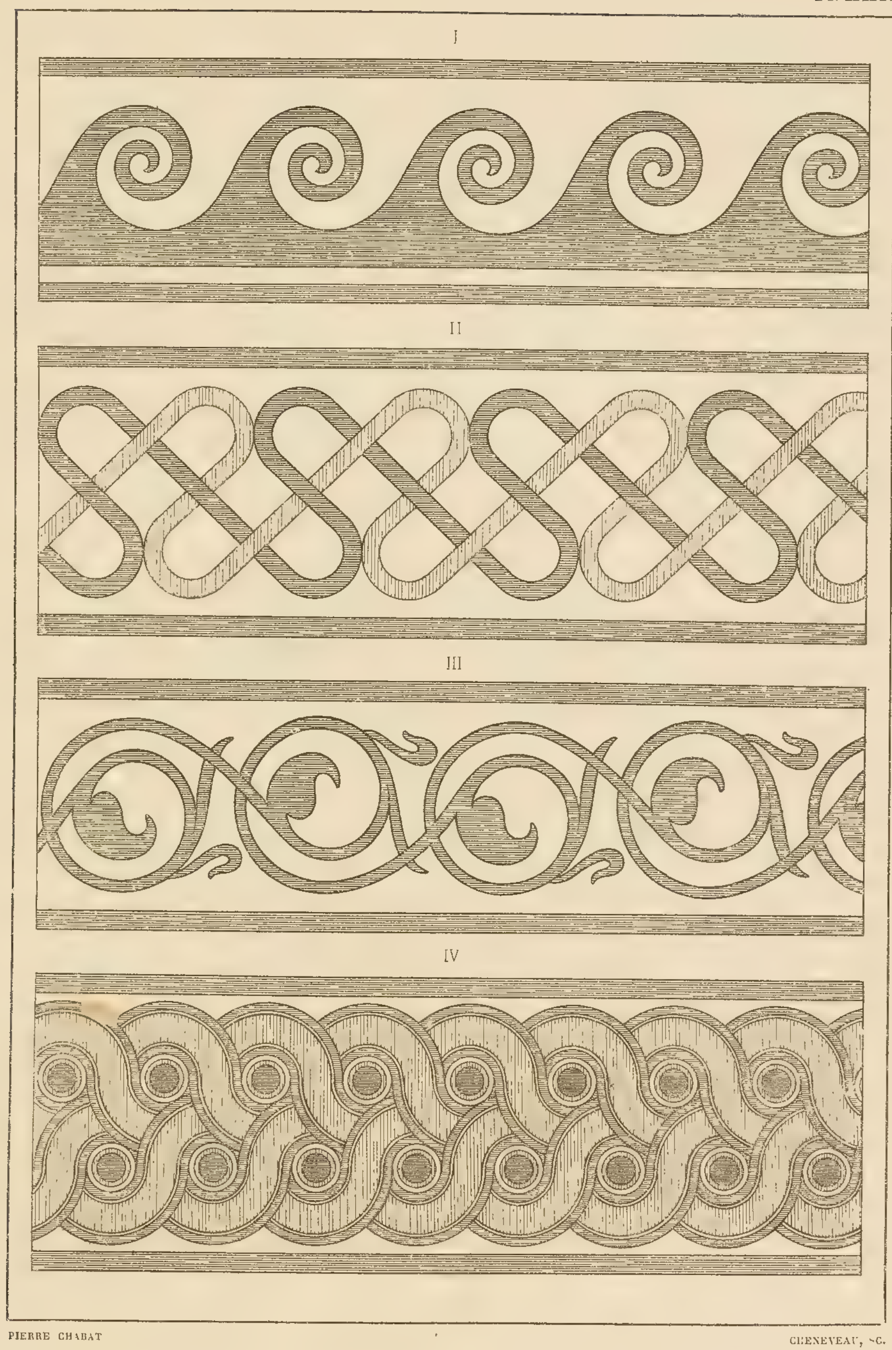






PIERRE CHABAT MICHELET, SC.

MÉANDRES — TRESSES



PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

POSTE — ENTRELAC — RINCEAU — TRESSE

LES OMBRES

LES OMBRES

PRINCIPES GÉNÉRAUX

L'ombre est l'absence de la lumière. Il y a ombre là où les rayons de la lumière ne parviennent pas.

Les rayons lumineux frappant un ou plusieurs corps opaques déterminent sur ces corps des parties éclairées et des parties dans l'ombre ; ces parties sont limitées par des lignes qu'on nomme lignes de séparation de l'ombre et de la lumière.

La recherche de ces lignes constitue le problème des ombres.

Il y a deux modes de direction des rayons :

1° Lorsque le foyer lumineux est situé à l'infini, la lumière est dite au soleil. Les rayons rectilignes sont parallèles et forment à un corps opaque une surface circonscrite ou cylindre d'ombre.

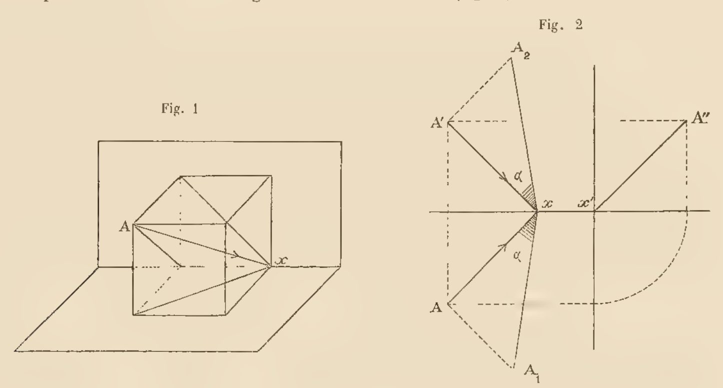
2° Lorsque le point de lumière est placé à une distance finie, on a la lumière dite au flambeau. Dans ce cas, les rayons lumineux qui divergent de ce point, et qui sont tangents à un corps quelconque, forment un cône d'ombre ; la partie ombrée du corps s'appelle ombre propre, et la ligne qui la sépare de la lumière est la ligne d'ombre propre.

Il est bien évident que le cylindre et le cône, énoncés plus haut, ne sont dans l'ombre que du côté opposé au foyer lumineux.

Tout point situé à l'intérieur ou à l'extérieur de ce cylindre ou de ce cône d'ombre, est dans l'ombre ou éclairé.

Si la surface d'un corps opaque se trouve sur le bord de ce cylindre ou de ce cône, cette surface sera en partie en lumière et en partie dans l'ombre. Cette dernière est appelée ombre portée et la ligne qui la sépare de la lumière est la ligne d'ombre portée.

Dans la détermination des ombres du dessin géométrique, il est convenu de faire venir les rayons parallèlement à la diagonale Ax d'un cube (fig. 1), cette diagonale étant dirigée



de gauche à droite, d'arrière en avant et de haut en bas. Les projections de ce rayon forment avec la ligne de terre des angles de 45° (fig. 2).

Les angles A$x$$A_1$ et A'$x$$A_2$, rabattus sur les plans de projection, donnent les angles que fait le rayon lumineux avec ces plans ; ces deux angles sont égaux, c'est-à-dire que le rayon lumineux fait des angles égaux avec les plans de projection.

Ces angles ont pour mesure 35° environ, nous les désignerons par la lettre grecque α (Alpha).

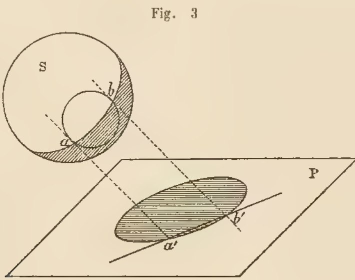
La projection A''x' du rayon lumineux sur un plan de profil, donne une ligne également inclinée à 45°.

Nous allons indiquer succinctement les différentes méthodes employées dans la suite, à la détermination des ombres.

1° *Méthode des plans sécants*

Soit à déterminer l'ombre propre d'un corps S et son ombre portée sur une surface P (fig. 3).

Fig. 3



Cette méthode consiste à couper le corps et la surface par une série de plans parallèles

aux rayons lumineux ; on déterminera aussi sur le corps une série de courbes planes et, sur la surface, une autre série de sections planes.

Dans chaque plan sécant, menons à la courbe obtenue sur le corps en a et b des tangentes parallèles aux rayons lumineux ; ces tangentes prolongées rencontrent la section de la surface P aux points a' et b'.

Les deux premiers points obtenus a et b appartiennent à la courbe d'ombre propre, et les deux points a' et b', qui en sont déduits, font partie de la courbe d'ombre portée.

En répétant cette opération un certain nombre de fois, il nous sera facile d'obtenir l'ombre complète.

Ces plans sécants peuvent être dirigés d'une manière quelconque ; on les choisira donc en conciliant les exigences du problème et la simplicité des opérations.

2° *Méthode des surfaces de raccordement*

Cette méthode consiste à substituer à une surface S (fig. 4) une autre surface S′ plus simple et se raccordant avec celle-ci suivant une courbe A, et de chercher l'ombre B de la surface S′. Il est bien évident que le point a sera un point d'ombre de la première surface S, puisqu'il se trouve à la fois sur l'ombre B et sur la courbe A de raccordement.

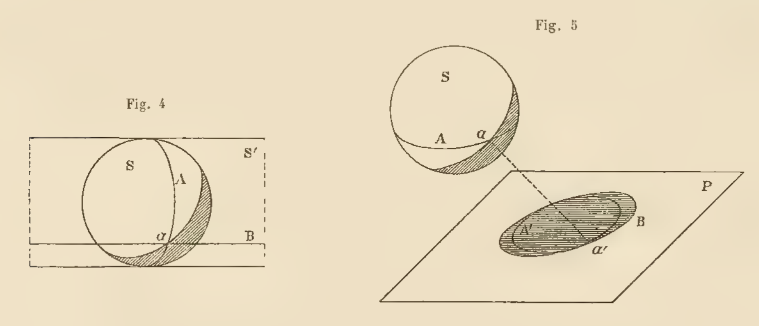


Fig. 4 Fig. 5

3° *Méthode des ombres déduites*

Étant donné à tracer les ombres propre et portée d'un corps S sur une surface P (fig. 5).

Nous tracerons sur S une série de courbes A dont les ombres portées A′ seront faciles à tracer.

En enveloppant par la courbe B toutes les ombres A′ obtenues, nous obtiendrons l'ombre portée du corps sur la surface et, des points de contact a', en menant des rayons lumineux inverses, nous pourrons obtenir sur les courbes A des points de l'ombre propre du corps.

PLANCHE I

DES SOLIDES

Fig. I. — **Ombre d'un cube.** — Les arêtes verticales *dh d'h'*, *bf b'f'* et les rayons lumineux dirigés le long de ces arêtes forment deux plans perpendiculaires au plan horizontal de projection ; de plus, leurs traces horizontales sont dirigées parallèlement à la projection horizontale du rayon lumineux ; de même l'arête horizontale *cd c'd'* et les rayons lumineux, déterminent un plan perpendiculaire au plan vertical de projection et sa trace verticale est parallèle à la projection verticale de la direction lumineuse.

Nous mènerons donc en projection horizontale, aux points *h* et *f*, deux lignes parallèles à 45° ; les points *dd' bb'* de la face supérieure du cube, ont respectivement leur ombre portée horizontalement aux points *ij* ; les ombres des arêtes verticales *dh d'h'* et *bf b'f'* sont donc limitées en *hi* et en *fj*. Les arêtes *bc b'c'*, *cd c'd'* et les rayons lumineux, déterminent des plans qui ont leurs traces horizontales en *jk* et *ki*, *kk'* étant la trace horizontale du rayon lumineux partant de l'angle *c* du cube. Comme vérification, les ombres horizontales des lignes *bc* et *cd* devront leur être respectivement égales et parallèles à ces lignes.

De même que nous avons obtenu l'ombre portée horizontalement par le cube en cherchant les traces horizontales de certains rayons lumineux et en les joignant par des lignes droites, de même nous devrons chercher les traces verticales de ces mêmes rayons, et les joindre pour obtenir l'ombre portée sur le plan vertical.

Remarque I. — Les ombres portées sur les deux plans de projection se coupent sur la ligne de terre.

Remarque II. — Par suite de l'égale inclinaison du rayon lumineux sur les deux plans de projection, les traces horizontale et verticale d'un rayon lumineux, se trouvent sur une parallèle à la ligne de terre.

Fig. II. — **Ombre d'un parallélipipède.** — On devra opérer de la même façon que précédemment ; on remarquera que les arêtes horizontales du solide étant situées d'une manière quelconque, par rapport au plan vertical ; dans la détermination des ombres, il n'y aura pas de plan perpendiculaire au plan vertical, et par conséquent, pas de trace dirigée à 45°, comme cela existe dans le cas énoncé plus haut.

Fig. III. — **Ombre d'un prisme.** — Les rayons qui s'appuient sur les arêtes verticales *ci c'i'*, *ag a'g'*, déterminent des plans perpendiculaires au plan horizontal, leurs traces horizontales sont dirigées à 45° en laissant dans l'ombre les faces *cibh* et *agbh* ; les ombres portées horizontales des arêtes considérées, sont limitées en *if* et en *gd* ; les deux

arêtes horizontales *ab* et *bc* portent horizontalement en *de* et *ef* des ombres respectivement parallèles et égales à ces lignes. Les ombres sur le plan vertical s'obtiennent en joignant les traces verticales des mêmes rayons lumineux dont nous nous sommes servis pour déterminer l'ombre sur le plan horizontal.

Fig. IV. — **Ombre d'une pyramide.** — Prenons une des faces de la pyramide, la face *csb* par exemple ; pour savoir si cette face est éclairée, il nous suffira de mener par son arête *cs* un plan parallèle aux rayons lumineux, ou simplement, un plan contenant un rayon lumineux, car, il est bien évident que tous les rayons lumineux qui s'appuient le long de l'arête *cs* seront contenus dans ce plan ; nous mènerons de préférence le rayon lumineux par le sommet *ss'* ; la trace horizontale du plan considéré, nous est donnée en *cx* ; or, cette ligne qui est l'ombre portée par l'arête *cs*, se trouve en dehors de la base *cb*, ou autrement dit, la face *csb* se trouve dans l'ombre ; nous obtiendrons de la même façon la trace *ax*, ombre portée horizontale de l'arête *as* ; on déduira facilement les traces verticales, c'est-à-dire, les ombres portées sur le plan vertical.

Fig. V. — **Ombre d'un cylindre.** — Les rayons lumineux tangents à une surface cylindrique déterminent un plan ; ce plan tangent est dès lors parallèle à la direction lumineuse.

Or, pour mener un plan tangent à une surface cylindrique parallèlement à une ligne donnée, il suffit de déterminer un plan avec une parallèle à la ligne, et une parallèle aux génératrices de la surface, d'en chercher la trace sur un plan auxiliaire qui couperait la surface cylindrique, et de mener à la courbe d'intersection, une ou plusieurs tangentes parallèles à la trace du plan ; aux points de tangence, on a ainsi les traces des génératrices qui déterminent les ombres propres.

Dans le cas qui nous occupe, le plan tangent sera perpendiculaire au plan horizontal de projection, puisqu'il doit contenir une génératrice verticale du cylindre ; de plus, sa trace horizontale sera parallèle à la projection horizontale du rayon lumineux ; le problème revient donc à mener deux tangentes à 45° sur le cercle de base ; les points de tangence sont en *a* et *b*, on en déduit les génératrices verticales *a'c'* et *b'd'*, lignes de séparation de l'ombre et de la lumière.

Pour l'ombre portée sur les plans de projection, on recherchera les traces limitées des plans tangents sur ces plans ; les lignes obtenues doivent se raccorder à l'ombre portée de la portion *cgd* du cercle supérieur. Le plan de ce cercle étant parallèle au plan horizontal, son ombre horizontale sera un cercle identique au premier, on trouvera facilement son centre. Quant à son ombre verticale, elle donnera une portion d'ellipse qu'on tracera par points.

Pour plus de justesse on a construit l'ellipse entière, on a indiqué sur l'épure huit points principaux ; les points 1 et 2 sont les points les plus haut et les plus bas ; en ces points, les tangentes à la courbe sont horizontales ; les points 3 et 4 sont les points où l'ellipse est tangente aux deux rayons lumineux issus des extrémités du diamètre *hi*, *h'i'* ; aux points 5 et 6 l'ellipse se raccorde avec les lignes verticales d'ombre portée ; enfin, les points 7 et 8 qui se trouvent sur une même verticale et sur les mêmes horizontales que

5 et 6, sont les ombres portées par les deux points du cercle qui se trouvent dans le plan de symétrie *og*.

Fig. VI. — **Ombre d'un cône.** — Pour obtenir l'ombre propre d'une surface conique, il s'agit de mener à cette surface un plan tangent parallèle aux rayons lumineux et de déterminer la génératrice de contact ; on opérera donc de la manière suivante :

Sur le sommet $s's$ du cône, on mènera une parallèle aux rayons lumineux, on cherche la trace $x'x$ de cette ligne avec un plan quelconque. On a choisi de préférence le plan horizontal de projection. Du point xx' s'il y a lieu, on mènera des tangentes à la courbe directrice ; les points de tangence ab seront les traces horizontales des génératrices qui déterminent l'ombre propre du cône ; on trouvera facilement leurs projections verticales.

Il est à remarquer que la trace xx' peut se trouver à l'extérieur, sur la directrice, ou à l'intérieur du cône, ce qui donnerait la possibilité de mener deux tangentes dans le premier cas, une seule dans le deuxième cas et l'impossibilité d'en mener dans le dernier.

A la première solution seulement, répond la position d'un cône ayant une ombre propre ; dans les deux autres solutions le cône est entièrement éclairé.

Pour obtenir l'ombre portée sur les deux plans de projection, on remarquera que les lignes qui déterminent cette ombre sont les traces des plans tangents sur ces plans.

Pour un de ces plans tangents, par exemple, nous avons les deux traces horizontales bb' et xx' de deux lignes de ce plan ; du reste, nous connaissons cette trace ; en effet, cette trace est la tangente bx qui a été menée comme ligne du plan tangent.

Nous avons de même la ligne ax.

On déduit facilement les traces verticales.

PLANCHE II

APPLICATION

Soit à trouver les ombres propres et portées d'un prisme surmonté d'une pyramide, le tout reposant sur le plan horizontal.

Projetons ces solides sur un plan perpendiculaire aux arêtes du prisme. Ce prisme s'y projette suivant un octogone et la pyramide suivant un triangle.

Projetons de même sur ce plan le rayon lumineux yx, $y'x$; on obtiendra comme rayon rabattu xy_1, vy_1 étant égal à zy'.

Par tous les angles des solides en rabattement menons des parallèles à ce rayon rabattu. En remarquant les points où ces rayons rencontrent l'autre solide, ou le plan horizontal, il nous sera facile, au moyen de lignes de rappel perpendiculaires à LT, d'en déduire les

points marquants de l'ombre, car ces points se trouvent aux intersections de ces lignes de rappel et des rayons lumineux menés des points considérés.

Ainsi les deux points d'ombre ff', projetés en f_1, sont portés par les points g et e des arêtes de la pyramide, ces points étant déduits de g_1 et e_1 du rabattement. De plus, les points f et f' donnent des ombres horizontales en h et h', déduites de h_1.

La droite AB, qui repose sur le prisme et sur la pyramide aux points a et b, porte une ombre sur le plan horizontal en CD; elle donne sur les solides des ombres droites qui se brisent aux arêtes de ces solides.

Ainsi le point a porte une ombre sur lui-même ; pour avoir le point qui fournit l'ombre c sur l'arête du prisme, nous le déduirons du point d_1, donné sur le rabattement, en menant le rayon lumineux inverse $c_1 d_1$, c'est-à-dire qu'au lieu de chercher l'ombre portée par un point, on cherche le point qui porte une ombre dont on connaît la projection dans une certaine position.

PLANCHE III

PERRONS

Fig. I. — **Perron carré.** — Les arêtes horizontales aa', bb', cc' et les rayons lumineux déterminent des plans perpendiculaires au plan vertical ; leurs traces verticales sont dirigées à 45° et leurs traces horizontales sont parallèles aux projections horizontales de ces arêtes. De plus, les arêtes verticales projetées horizontalement en abc ont leurs ombres portées parallèles à la projection horizontale du rayon lumineux ; les marches portent en plan des ombres d'une largeur égale à leur hauteur.

Fig. II. — **Perron à pans.** — Les faces verticales des marches ad, be, cf inclinées à 45° en plan, sont dans l'ombre ; pour le reste de la figure, mêmes opérations que précédemment.

Fig. III. — **Gradins circulaires.** — La partie inférieure de cette figure, dont le plan est figuré en A, représente un perron demi-circulaire. Dans la partie supérieure on a figuré des degrés demi-circulaires disposés en amphithéâtre.

Les parties verticales des marches représentent des portions de cylindres droits; pour un de ces cylindres, le cylindre moyen par exemple, dont nous avons tracé le cercle sur la figure, nous aurons en aa', bb' les points de tangence des rayons dirigés en plan à 45°.

On remarquera ensuite que les arêtes supérieures des marches peuvent être contenues dans des cônes dont les sommets seraient en x et y; si nous joignons ces points x et y aux points a' et b' déjà obtenus, et si nous prolongeons ces lignes jusqu'en c' et en d', nous

aurons à chaque intersection du bord supérieur des marches avec ces lignes les points 1, 2, 3. . . . 1′2′3′. . . . qui seront, pour chaque cercle correspondant, la projection verticale de la tangente à 45° menée à ce cercle.

Des points 1, 2, 3 on abaissera des verticales ; ces verticales sont les génératrices qui déterminent les ombres propres des cylindres droits ; les ombres portées sur le plan vertical, sont de petites portions d'ellipses qu'on fera de sentiment ; si on voulait les tracer exactement il faudrait se reporter à l'ombre portée d'un demi-cercle horizontal. (Voir pl. I, fig. V, et pl. V, fig. III et VI.)

Les ombres portées partant des points 1′ 2′ 3′. . . . sont aussi des portions d'ellipses qu'on tracera à vue ; si on voulait les dessiner rigoureusement, on trouverait plus loin (pl. VI, fig. II) l'ombre intérieure d'un demi-cylindre droit, qu'on peut assimiler à celle qui nous occupe ici.

Fig. IV. — **Perron droit avec mur rampant.** — Dans ce cas, la projection du perron sur un plan de profil est utile car, avec les projections horizontale et verticale de la ligne AA′, qui se trouve dans un plan de profil, il est impossible de déterminer les projections d'un point quelconque de cette ligne.

Nous nous contenterons d'expliquer l'ombre sur une marche : par les angles *abc* d'une marche menons en $a1_1$, $b2_1$, $c3_1$, les traces de plans projetant les rayons lumineux sur le plan de profil ou autrement dit, des parallèles à la projection d'un rayon lumineux sur ce plan de profil ; ces parallèles sont dirigées à 45°, elles coupent l'arête A_1 aux points 1_1, 2_1, 3_1.

Nous projetterons ces points sur l'arête verticale A′ en 1′ 2′ 3′. Par un mouvement de rotation, nous reporterons également ces points sur la projection horizontale A en 1, 2, 3. Des trois points ainsi obtenus en projections horizontales et verticales, menons des parallèles aux projections du rayon lumineux ; ces parallèles coupent les arêtes des marches en des points qui doivent se trouver sur les mêmes lignes de rappel si l'on a bien opéré ; on joindra par des lignes droites, les ombres des points 1 2, 2 3, 3 4,. . . . . .

Pour l'ombre portée, on cherchera les traces horizontales et verticales des rayons lumineux passant par les points *defghi* du profil et, en les joignant deux à deux, on aura les ombres portées des lignes *de, ef, fg*. . . .

PLANCHE IV

PERRONS

Fig. I. — **Perron droit.** — Le plan des rayons qui s'appuient sur l'arête AA′ perpendiculaire au plan vertical, a sa trace verticale dirigée à 45° comme nous l'avons vu dans les exemples précédents ; ce plan coupe les parties verticales des marches suivant les

lignes 1′2′, 2′3′ . . . . En projection verticale, ces lignes se confondent avec la trace de ce plan, il coupe les girons des marches suivant des lignes 1, 2, 3 parallèles à la projection horizontale de cette arête.

De même le plan des rayons qui s'appuient sur l'arête BB′, perpendiculaire au plan horizontal, a sa trace horizontale dirigée à 45° ; il coupe les parties verticales des marches suivant des verticales qu'on trouvera en relevant en 4′5′ les points 4, 5, intersections de sa trace horizontale avec les projections horizontales des marches.

Pour obtenir en plan les lignes 1, 2, 3, on n'aura qu'à les déduire de leurs projections verticales 1′2′3′.

Quant à l'ombre portée du perron, nous retrouvons encore deux plans parallèles aux deux plans considérés plus haut ; ces plans coupent les plans de projection suivant des traces dirigées à 45°. La partie verticale *a′ b′* porte ombre suivant la ligne *ed* parallèle à *cf* ; au point *b′* la lumière frise l'arête inférieure *b′c′* ; cette dernière ligne donne l'ombre horizontale *ef*.

Fig. II. — **Perron droit avec mur en gradins.** — Les ombres portées par ces gradins sur les marches peuvent être assimilées aux ombres du cas précédent.

En effet, en regardant le profil on voit que les arêtes $A_1 B_1 C_1$ d'un gradin ne peuvent donner que des plans perpendiculaires aux plans de projection ; les intersections de ces plans avec les marches seront limitées en $1_1 2_1$, $2_1 3_1$. . . . Ces intersections ne donnent que des horizontales, des verticales et des lignes inclinées à 45°. Il suffit donc de se reporter à ce qui a été dit plus haut.

Dans ces deux derniers cas, on a figuré la coupe du perron, mais cette figure n'est utile que dans le cas où l'on n'a pas le plan.

PLANCHE V

TAILLOIRS SUR DIFFÉRENTS FUTS

Fig. I. — Les rayons lumineux qui s'appuient sur l'arête projetée verticalement en *a′*, déterminent un plan perpendiculaire au plan vertical ; toutes les droites de ce plan se projettent verticalement sur sa trace verticale. Le point *aa′* a son ombre portée en *gg′* par suite de la symétrie de la figure par rapport au plan vertical qui a sa trace horizontale en *ao* ; les rayons lumineux qui s'appuient sur l'arête *a′ b′* déterminent un plan qui coupe le solide en *g′e′f′* d'une manière symétrique au premier ; *e′f′* se trouve donc sur la même horizontale que *d′* ; de plus, *d′g′* et *g′e′* sont des lignes également inclinées à 45°.

Au point *f′* le rayon lumineux quitte le solide et vient frapper le plan vertical en *h′* ; le point *b′* porte ombre en *i′* ; on joint l'horizontale *h′i′* ; *c′b′* donne *j′i′* comme ombre, le point *cc′* porte ombre en *jj′* ; le point *l′* étant la trace verticale de la ligne *cl c′l′*, on joint

j' à l' ; cette dernière ligne est la trace verticale d'un plan perpendiculaire au plan vertical. La face verticale fk du prisme ayant sa trace horizontale parallèle à la projection horizontale du rayon lumineux, se trouve dans l'ombre, les rayons étant parallèles à cette face, la lumière est donc frisante et le plan se trouve par conséquent dans l'ombre ; l'ombre portée de l'arête ff' sur le plan vertical, donne hh'.

Fig. II. — Comme pour le cas précédent, de même que pour les cas suivants, on considérera le plan de symétrie boc', car dans ce plan se trouve un rayon qui donne un point d'ombre important.

Le rayon be $b'e'$ qui se trouve dans ce plan frappe le solide en ee', une portion de la ligne $a'b'$ porte ombre suivant l'horizontale $f'e'$; le point a' est lui-même son ombre, on joint donc f' à a'. Il est à remarquer que cette ligne n'est pas dirigée à 45° comme dans le cas précédent ; $b'c'$ donne comme ombre $e'g'h'$; une portion de $c'd'$, parallèle à la face gi, donne une horizontale $h'i'$; l'autre portion $q'd'$ porte ombre sur le plan vertical en $k'l'$; on achèvera l'épure comme il a été dit plus haut.

Fig. III. — Le tailloir étant circulaire au lieu d'être à pans, son ombre sur les faces du fût, donnera donc des portions d'ellipses ; on les trouvera par points en ayant soin de choisir les plus importants ; le point f' est le point le plus bas de la courbe $d'f'e'$; d' et e' se trouvent sur la même horizontale ; le point g' est aussi un point intéressant. Pour l'obtenir, sur sa projection horizontale g, nous faisons passer un plan vertical parallèle à la projection horizontale du rayon lumineux, ce plan coupe l'arête inférieure du tailloir en pp' ; du point p' on mène une ligne $p'g'$ à 45° qui coupe l'arête gg' en g' ; ce dernier point porte une ombre sur le plan vertical en h'.

Après avoir déterminé l'ombre propre du cylindre supérieur, il ne restera plus qu'à déterminer par points, l'ombre portée des portions de cercle $p'b'$ et $m'l'$ sur le plan vertical, ce qui donne les portions d'ellipses $h'j'$ et $l'k'$; ces ombres doivent se raccorder avec la verticale $k'j'$, ombre verticale du cylindre supérieur.

Fig. IV. — Le plan d'ombre qui s'appuie sur la ligne $a'b'$ coupe le cylindre suivant une ellipse qui se projette verticalement suivant un cercle, par suite de l'égale inclinaison de ce plan sur les deux plans de projection.

En effet, faisons tourner ce plan d'un quart de cercle, sa trace verticale se projettera suivant $a'o'$, il coupe donc la génératrice gg' en d' ; ramenons ce point en e' ; du point o' ramenons de même en $g'h'$ les deux points d'intersection de ce plan avec les génératrices gg' hh' dans le triangle rectangle $d'e'o'$; $e'o'$ qui égale $d'e'$ par suite de l'inclinaison du rayon $d'o'$ à 45°, $e'o'$ disons-nous, égale bien $g'o'$; les deux axes de l'ellipse étant égaux, elle se réduit donc à un cercle.

Pour les cas V et VI on opérera de même que pour les cas II et III ; les cylindres peuvent être considérés comme des prismes dont on aurait doublé indéfiniment le nombre de côtés ; on recherchera toujours les points importants tels que : le point le plus haut, le point de perte, etc.

Au point f', appelé point de perte, le rayon lumineux dirigé à 45° est bien la tangente à la courbe d'ombre portée en ce point.

En effet, à ce point la tangente est donnée par l'intersection des deux plans tangents aux deux surfaces cylindriques — la surface cylindrique du fût et la surface cylindrique des rayons lumineux; — or, ce rayon lumineux est contenu dans chacun de ces plans ; ils se coupent donc suivant ce rayon qui est dès lors la tangente, C.Q.F.D.

Cette propriété est générale ; on l'énoncera donc sous la formule suivante :

Au point de perte d'une ombre portée dans une ombre propre, le rayon lumineux est tangent à la courbe d'ombre portée.

PLANCHE VI

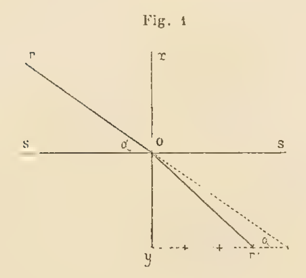
CYLINDRES

Fig. I. — **Ombre d'une coupe de pont.** — La surface de la voûte d'intrados d'un pont est une surface cylindrique qu'on peut considérer comme étant engendrée par des génératrices horizontales perpendiculaires au plan de tête, pour le cas du pont droit, génératrices s'appuyant sur une directrice tracée dans ce plan de tête. Les rayons lumineux dirigés sur une partie de cette directrice $abcd$ forment une autre surface cylindrique : c'est l'intersection de ces deux surfaces qui donne une partie de l'ombre cherchée. Nous la déterminerons par points en cherchant séparément les intersections de plusieurs rayons partant de différents points de la directrice.

Par le point b, par exemple, de la courbe de tête, menons une parallèle à la projection du rayon lumineux sur le plan de profil ; cette ligne coupe la surface d'intrados du pont en un point qui est projeté en f sur le profil. De ce point, menons une horizontale ff' sur la face intérieure du pont, la rencontre de cette horizontale avec le rayon issu du point b', donnera le point f' qui sera un point de la courbe d'ombre.

Le point aa', le plus haut de la directrice, a son ombre en gg'. Au point dd' le rayon lumineux est tangent à la surface cylindrique du pont. En joignant les points obtenus $d'e'f'g'$ par une courbe, nous aurons l'ombre cherchée ; on les complétera en menant au point g' l'horizontale $g'i'$, ombre de la génératrice suivant laquelle le pont est coupé.

Fig. 1



Nota. — Le rayon lumineux partant du point aa' frappe la surface de l'eau en hh' et se brise en ce point en vertu des lois de la réfraction.

Nous allons donner quelques principes sur la réfraction, qui nous paraissent utiles.

On nomme plan d'incidence le plan mené par le rayon incident ro et la normale ox menée à la surface de séparation ss' (fig. 1) au point d'incidence o ; angle

d'incidence, l'angle rox du rayon incident et de la normale ; angle de réfraction, l'angle $r'oy$ du rayon réfracté et de la normale.

La physique démontre :

1° Le rayon réfracté reste dans le plan d'incidence.

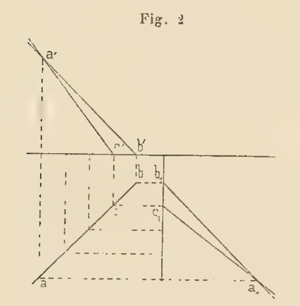
2° Le rapport des sinus des angles d'incidence et de réfraction est toujours constant pour les mêmes milieux.

L'expérience prouve que pour un rayon lumineux passant de l'air dans l'eau, le rapport des sinus est de $\frac{4}{3}$.

En projection horizontale, la direction du rayon réfracté ac ne change pas.

Par suite de la similitude des triangles, les angles d'incidence et de réfraction ont, en projection sur le plan vertical et sur un plan de profil, des sinus qui restent dans le rapport de 4 à 3 (fig. 2).

Fig. 2



Au point hh' (pl. VI, fig. I), nous connaissons donc les nouvelles projections du rayon réfracté, nous chercherons sa trace en gg' ; ainsi nous pourrons donc également déterminer l'ombre dans l'eau, cette ombre doit partir du point ff'.

La directrice du cylindre est une courbe composée de cinq portions de cercles qui s'accordent : elle est appelée anse de panier. L'ombre $d'f'$ est une courbe à double courbure.

Fig. II. — **Ombre d'un puits en coupe.** — Ce puits est coupé suivant un diamètre de son cercle de base ; la surface cylindrique considérée a donc pour directrice un demi-cercle, et l'ombre $c'd'e'$, portée par une partie de ce demi-cercle, est une portion d'ellipse.

En effet, supposons le cercle ab entier (fig. 3). Les deux surfaces cylindriques, qui ont ce cercle de commun, se coupent suivant une courbe qui se projette sur la trace cd d'un plan qui serait perpendiculaire au plan formé par deux parallèles aux génératrices des deux cylindres. Cette courbe plane qui peut être considérée comme étant l'intersection d'un cylindre droit par un plan, est donc une ellipse.

Fig. 3

Pour la détermination de l'ombre de ce puits on emploiera les mêmes procédés que ceux énoncés pour la recherche de l'ombre du pont.

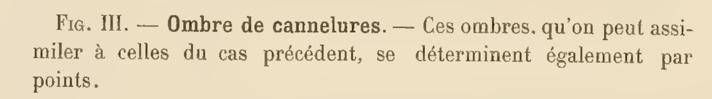


Fig. III. — **Ombre de cannelures.** — Ces ombres, qu'on peut assimiler à celles du cas précédent, se déterminent également par points.

Fig. IV. — **Ombre de la base d'un soubassement.** — Sur différents points abc, $a'b'c'$ de la courbe qui se trouve dans le plan bissecteur des deux corps de moulures, menons des parallèles aux projections des rayons lumineux ; nous avons en $e'd'c'$ les projections verticales des points où ces lignes frappent la surface cylin-

drique de la moulure ; nous en déduirons les projections horizontales *edc* que nous joindrons par une courbe pour avoir l'ombre cherchée.

Au point *e* cette courbe se raccorde avec la génératrice *ee'*, ombre portée de la génératrice *a a'*. En effet, au point *e* la tangente à la courbe est l'intersection du plan tangent à la surface de la moulure et du plan tangent au cylindre des rayons. Or, ces deux plans se coupent suivant la génératrice *ee'* qui devient dès lors la tangente à la courbe d'ombre au point *e*.

Les moyens de détermination des autres ombres nous sont déjà connus.

Fig. V. — **Ombre d'une console.** — Les ombres des surfaces cylindriques de la console s'obtiennent par les moyens employés précédemment.

Pour l'ombre portée sur le mur on cherchera les traces verticales des rayons lumineux qui s'appuient le long du profil, on la complétera en menant au nouveau profil obtenu des tangentes horizontales aux points les plus bas des courbes et des arêtes obtenues.

Ainsi, au point *e* le rayon lumineux est tangent au cylindre de la console ; à ce point, les rayons lumineux quittent la courbe du profil pour s'appuyer sur la génératrice *a e* ; le point *g*, un des points le plus bas de l'ombre du profil, est l'ombre du point *e*, nous mènerons donc l'horizontale *fg* qui représentera l'ombre de la portion *he* de la génératrice *a e*. Comme vérification, le point *f* doit se trouver sur la ligne menée à 45° du point *d* déjà trouvé.

PLANCHE VII

MOULURES

Les moulures qui composent cette planche sont des surfaces cylindriques ; on a figuré pour chaque moulure son profil ou sa section droite ; on a également indiqué sur chaque profil le nu du mur sur lequel l'ombre de la moulure est portée ; les courbes de ces profils étant des portions de cercles, toutes les courbes d'ombres propres et portées seront des portions d'ellipses.

Cavet. — Nous avons indiqué (Pl. VI, fig. I) le moyen de tracer l'ombre *c b*. Remarquons seulement qu'au point *a a'* la tangente à la directrice étant une horizontale au point *b b'*, ombre du point *a a'*, la tangente à la courbe d'ombre se projettera suivant la ligne à 45° *a b*.

L'arête inférieure du cavet porte l'ombre horizontale *j i* ; cette ombre se confond sur une certaine partie avec l'ombre de l'arête supérieure *a d* du cavet ; la ligne projetée en *e* est perpendiculaire au plan vertical, elle a son ombre portée sur le mur en *ef* ; la verticale *e d* porte ombre en *fg* ; au point *d* les rayons glissent sur l'horizontale *d a* et fournissent l'ombre horizontale *bg*, limitée en *b*, ombre du point *i*. Au point *b*, l'ombre portée devient verticale.

Quart de rond. — Pour déterminer l'ombre propre du cylindre, menons sur le profil

la trace d'un plan tangent et projetant le rayon lumineux — il a sa trace dirigée à 45°, et son point de contact avec la courbe sera en *a'* — nous en déduirons la génératrice *a h a'*, cette génératrice porte ombre en *b e* et en *d g*; la courbe d'ombre *g f* s'obtient en cherchant les traces des rayons qui s'appuient sur la courbe *h i* ; au point *g*, la courbe *g f* se raccorde avec l'horizontale *d g*, ou autrement dit celle-ci lui est tangente.

En effet, au point *g* la tangente est l'intersection du plan sécant et du plan tangent au cylindre d'ombre le long de la génératrice *h g* ; le plan sécant est le plan vertical du mur. Au point *h*, qui se projette sur le profil en *a'*, la tangente à la directrice a sa trace verticale en *k* qu'on déduit de sa projection *k'* sur le profil ; il faudra joindre *k* à *g* pour avoir la tangente cherchée, puisque le point *y* est un point connu aux deux plans. Or on remarquera que ces deux points *k* et *g* sont sur une même horizontale, car tous deux se projettent en *k'* ; on voit donc qu'au point *g* la tangente à la courbe *g f* se confond avec l'ombre portée horizontale *d g*, ou pour mieux dire, cette courbe et cette ligne se raccordent en *g*.

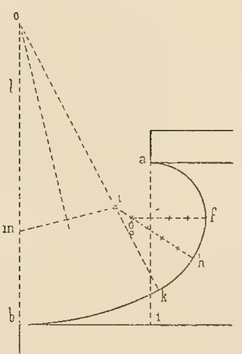
Il nous reste encore à déterminer l'ombre de la portion de cercle *a c* sur le plan du listel et sur le plan du pilastre en cherchant les intersections des rayons lumineux qui glissent le long de *a c* ; au point *b*, la courbe se raccorde avec l'horizontale *b e* ; au point *c*, la tangente à la courbe est le rayon lumineux à 45°.

Doucine. — Cette moulure se compose d'un cavet et d'un quart de rond ; nous nous reporterons donc aux deux cas qui précèdent.

Talon. — La génératrice *a a'* qui sépare l'ombre de la lumière, porte des ombres horizontales en *b d* et en *e f* ; aux points *b* et *f*, ces horizontales sont tangentes aux courbes d'ombres *c b* et *f g* ; l'ombre portée *c b* se compose de deux portions d'ellipses qui se raccordent suivant une tangente dirigée à 45°.

Scotie. — Pour l'ombre propre de la moulure, on se reportera à l'ombre du cavet ; on cherchera par points l'ombre portée de l'arête de la moulure sur le plan vertical ; cette ombre est limitée en *e f* ; *e* étant l'ombre du point *d* et *f* l'intersection de la courbe d'ombre tracée avec la projection de l'arête *d f*, la ligne d'ombre en dessous de *f* est une ligne virtuelle.

Fig. 1.



Nous allons (fig. 1) donner le tracé d'une scotie étant donnés sa hauteur et ses deux points extrêmes *a b*.

On abaisse du point *a* une perpendiculaire jusqu'en *d* qu'on divise en trois parties égales. Du point *e* comme centre et avec *e a* comme rayon, on décrit un quart de cercle *a f*, on porte de *e* en *g* le tiers du rayon *e f* et l'on trace l'arc *f h* moitié de l'arc *a f* ; on prolonge ensuite la droite *h g* jusqu'en *i*, prolongement égal au quart de *h g* ; du point *i* comme centre, on trace l'arc indéfini *h k*, puis au point *b* on élève la perpendiculaire indéfinie *b l*. Du point fixe *b*, on porte sur cette perpendiculaire une longueur *b m* égale à *i h* ; on divise *m i* en deux parties égales au moyen d'une perpendiculaire prolongée qui rencontrera *b l* au point *o*. De ce

point on trace, passant par *i*, une droite qui détermine en *k* l'arc indéfini *hk*; et enfin, du point *o* comme centre, et avec *ok* comme rayon, on trace l'arc *kb*, on aura ainsi la scotie cherchée.

Tore. — Les deux cylindres du tore ont respectivement leurs génératrices horizontales parallèles et perpendiculaires au plan vertical ; les plans tangents déterminent leur ombre propre suivant la génératrice *ab* et la génératrice projetée en *d*; les ombres portées de ces génératrices donnent l'horizontale du point *c* et la ligne à 45° *de*; il ne restera plus qu'à raccorder ces deux lignes par la courbe *egc*, ombre d'une partie *dfb* de l'ellipse d'intersection des deux cylindres.

PLANCHE VIII

ENTABLEMENTS

Fig. I. — **Ombre d'un entablement à modillons.** — Le point *a*, angle de l'arête du larmier, porte une ombre en *b* sur l'arête de la frise. En menant du point *b* une horizontale, nous aurons l'ombre du larmier.

Les ombres propres et portées sur les modillons sont données sur le profil, en *c* et en *d*; nous tracerons ces ombres sur les modillons, au moyen d'horizontales. On en déduit l'ombre portée *fg* d'un modillon, sur l'horizontale du point *e*.

Aux points *f* et *g*, les courbes d'ombre, qu'on peut obtenir par points, se raccordent avec l'horizontale *fg*.

Fig. II. — **Ombre d'un entablement à triglyphes.** — Nous obtiendrons cette ombre de la même manière que la précédente. Le larmier *a* porte une ombre horizontale en *b*; cette ombre ressaute sur le triglyphe suivant un profil qu'on peut obtenir en rabattant le plan de ce triglyphe.

Fig. 1.

L'ombre *gh* de la mutule se trouve sur l'horizontale du point *f*; les points *g* et *h* se trouvent sur les lignes à 45° menées des points *d* et *e*.

On a figuré en A le détail de l'ombre d'une goutte. La surface conique de la goutte est coupée suivant une ellipse par le plan d'ombre.

Au sujet de l'ombre des entablements, nous allons donner quelques indications sur les contre-ombres.

Les rayons lumineux frappent le sol et se réfléchissent sur les parois d'un édifice ; les ombres sont donc généralement éclairées par des rayons

réfléchis, sauf les parties de ces ombres où ces rayons ne parviennent pas ; cela donne lieu aux contre-ombres :

1° Le rayon réfléchi reste dans le plan d'incidence (fig. 1);

2° L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion.

Les projections des rayons réfléchis seront donc données par les lignes *bc* et *b' c'*.

Fig. III. — **Ombre portée par une arête verticale sur un corps de moulures.** — On voit, d'après la figure B, que le plan vertical *a b* coupe les moulures de la base d'une facon symétrique au plan bissecteur *cd* de ces moulures.

En élévation, la ligne d'ombre *ef* est donc symétrique au profil *gh*. On complètera l'ombre de cette figure en déterminant les ombres propres des deux tores.

PLANCHE IX

FRONTONS

Fig. I. — **Fronton triangulaire.** — Les deux arêtes inférieures des larmiers du fronton étant des lignes parallèles au plan du tympan, portent sur celui-ci des ombres respectivement parallèles à leur inclinaison. Si nous connaissions un point de chacune d'elles, connaissant leur direction, il nous serait facile de les tracer ; pour plus de simplicité encore, nous allons chercher l'ombre du point *a'* commun aux deux larmiers.

En supposant que le nu du tympan est le même que celui de la frise, le point *a'* est à une distance *a' b'* du tympan, égale à la saillie *a b*, il porte donc une ombre en *c'* ; de ce point menons deux parallèles aux deux directions données.

Fig. II. — **Détail des moulures.** — Soit à trouver l'ombre du corps des moulures *a' b'*. Ces moulures étant des surfaces cylindriques, il s'agit donc de mener à ces surfaces des plans tangents et sécants, dirigés parallèlement aux rayons lumineux.

Nous les couperons par un plan quelconque : pour plus de facilité et de justesse, nous l'avons choisi normal aux génératrices ; nous obtiendrons ainsi une section droite ou profil des moulures ; il faudra chercher sur ce plan la trace d'un plan déterminé par une parallèle aux génératrices et une parallèle aux rayons lumineux, et, enfin, mener au profil autant de tangentes et de sécantes, parallèles à la trace obtenue, que ce profil le permettra.

Sur le point *cc'* de l'arête *ab a'b'* menons le plan P P' normal aux génératrices et par le point *cc'* dirigeons le rayon lumineux *cd c'd'* ; ce rayon et l'arête *ab a'b'* déterminent un plan. Nous allons chercher l'intersection de ce plan avec le plan normal.

Les traces horizontales du rayon lumineux et de l'arête *ab a'b'* se trouvent en *dd'* et en

aa' : en joignant ces deux points, nous aurons la trace horizontale du plan considéré ; cette trace *ad* coupe la trace du plan horizontal normal en *ee'*, *cc'* est un point commun aux deux plans, *ce c'e'* sera donc l'intersection de ces deux plans.

En rabattant le plan normal autour de sa trace verticale, le point *ee'* ne bouge pas ; en prenant *c'g*, égal à *fc*, on aura en *ge'* l'intersection rabattue. Il nous suffira de mener au profil rabattu des tangentes et des sécantes parallèlement à la ligne *ge'*, de relever les points de tangence et de contact du profil, et, de ces points, mener des parallèles aux génératrices pour avoir les ombres propres et portées des moulures.

Nota : L'intersection *ce c'e'* est la projection d'un rayon lumineux sur le plan normal.

Fig. III. — **Fronton circulaire.** — Nous ne donnerons que la grande ombre du larmier circulaire. Le plan de la face de ce larmier est parallèle au plan du tympan et à une distance de celui-ci égale à *ab*, car, comme pour le fronton triangulaire, nous avons supposé le tympan au même nu que la frise ; l'ombre portée sera donc un arc de cercle identique à celui du larmier et transporté parallèlement aux rayons lumineux d'une quantité égale à *ac* ; en portant, à partir du centre *o* sur la ligne à 45°, une quantité *oe* égale à *ac*, nous aurons en *e* le centre du nouveau cercle. Comme son rayon n'a pas changé, il se trouve donc déterminé.

Pour le détail des moulures circulaires, on se reportera à la description de la figure II, en considérant qu'en un point quelconque *m*, ces moulures se raccordent avec des surfaces cylindriques. Si ces moulures étaient de grandes dimensions, on pourrait obtenir leurs ombres propres et portées en autant de points qu'on le jugerait utile par la méthode énoncée plus haut.

Nota : Pour les ombres propres, ce procédé est rigoureux. Quant aux ombres portées, il est sujet à une erreur infime, car le rayon lumineux R ne se trouvant pas dans le plan normal PP', ne frappe pas la moulure circulaire sur la génératrice d'ombre du cylindre de raccordement correspondant aux plans PP'.

Nous donnons, fig. IV, le tracé d'un fronton.

Soit la ligne AB l'arête supérieure de la corniche. Pour avoir la direction à donner aux rampants du fronton, il suffira de porter sur la verticale menée du milieu de AB une longueur EO égale à AE et, du point O comme centre avec OA comme rayon, décrire un arc de cercle qui coupera la verticale OE en C ; en joignant C aux extrémités de AB, nous aurons les inclinaisons cherchées ; l'angle CAE équivaut à la moitié d'un angle de 45°, soit 22°30'.

PLANCHE X

AUVENT, BALCON

Fig. I. — **Ombre d'une échelle sur un mur.** — Prenons un point quelconque *a* d'un des montants de l'échelle ; ce point, qui est donné en *a'* sur le profil, porte une ombre sur le mur en *cc'*; on joindra ce point au point *bb'*, où la droite *ab a'b'* perce le mur, pour avoir l'ombre portée de cette droite.

Du point *d* de l'autre arête du montant qui porte ombre, menons une parallèle à *bc*.

Nous aurons à opérer de même pour l'autre montant.

Les échelons portent des ombres horizontales équidistantes ; elles nous sont fournies par les points 1,2 — 3,4 — 5,6.

Fig. II. — **Ombre d'un auvent sur un mur.** — La ligne *ab* projetée en *b'* sur la coupe, donne une ombre portée en *cd*, déduite du point *d'*.

Le point *ee'* porte une ombre sur lui-même. En joignant les points *d* et *e*, nous aurons l'ombre de la ligne rampante *be*.

On opérera de même pour l'autre arête du toit.

Le montant de la console porte une ombre égale à la saillie de sa face latérale.

La poutre horizontale de cette console détermine deux lignes à 45°.

On connaît les traces des deux arêtes de la jambe de force qui portent ombre ; on obtiendra celle-ci en joignant ces traces aux points *hi*, ombres des points *fg*.

Nous donnons plus loin le détail des ombres portées par les extrémités des chevrons.

Fig. III. — **Ombre de chevrons.** — On opérera toujours de la même manière, en cherchant les ombres de deux points d'une ligne, ou d'un point de cette ligne si on connaît sa trace.

Fig. IV. — **Ombre d'un balcon sur un mur.** — Cette figure se compose généralement de trois sortes de lignes : les horizontales de front, les verticales et les lignes perpendiculaires au plan vertical ; ces lignes donnent comme ombres sur le plan vertical, des horizontales, des verticales et des lignes à 45°, nous les obtiendrons facilement au moyen de la coupe.

Les ombres verticales 1,2,3,4 des barreaux sont données par le plan figuré sur la coupe.

L'ombre de la console est obtenue comme précédemment.

PLANCHE XI

CHEMINÉE, LUCARNE

Fig. I. — **Ombre d'une cheminée sur un toit.** — Nous allons expliquer les ombres portées par le coffre de la cheminée, en faisant abstraction des moulures qui la décorent.

Le point a de l'arête ag se trouve rabattu en a_1 sur la face latérale. Du point a_1 menons le rayon rabattu a_1b_1 qui coupe la trace du toit en b_1. Le point b, ombre du point a, se trouve à la rencontre de l'horizontale bb_1 et du rayon issu de a.

Le point g porte ombre sur lui-même ; en joignant g et b, on aura l'ombre de l'arête verticale ag ; cette ombre a une direction parallèle à l'inclinaison du toit.

L'ombre fd portée par l'arête cf est obtenue de la même façon. Au point d, l'ombre horizontale de est portée par la ligne projetée en c_1. Enfin, la ligne eb, dirigée à 45°, représente l'ombre de l'arête projetée en a.

Fig. II. — **Ombre d'une lucarne sur un toit.** — On obtient cette ombre de la même manière que la précédente, en cherchant les points où les rayons lumineux percent le toit et en les joignant par un trait continu.

Ainsi, le point a rabattu en a_1, sur la face latérale, porte une ombre en b qui se trouve sur l'horizontale du point b_1.

Au point c, les rayons lumineux frisent l'arête de la corniche et donnent, comme ombre, l'horizontale ef — e étant l'ombre du point d.

PLANCHE XII

PORTIQUE

Ombres portées sur un mur par les arcades d'un portique. — L'ombre d'une arcade sur un mur s'obtient en cherchant les ombres des deux cercles de tête qui limitent cette arcade.

Il y a aussi une ombre portée sur l'arcade même : nous avons étudié cette ombre au chapitre des cylindres (Pl. VI, fig. 1), mais cette ombre n'est pas vue dans cette planche.

Les deux cercles de l'arcade de face se trouvent dans des plans parallèles au plan du mur ; ils donnent comme ombre, sur celui-ci, des cercles identiques aux cercles de l'arcade.

Connaissant leurs nouveaux centres *b* et *b'*, donnés à l'intersection de la ligne à 45° menée du centre *a* et des lignes de rappel relevées en *b* et en *b'* du plan, il nous sera facile de les tracer.

Pour l'arcade de profil, les cylindres lumineux, qui ont les deux cercles de cette arcade comme directrices, coupent le plan du mur suivant deux ellipses identiques et transportées horizontalement d'une quantité égale à l'épaisseur du mur de cette arcade.

Cherchons l'ellipse d'ombre du cercle intérieur figuré sur le plan A en *dd'* ; les deux points *d* et *d'* portent des ombres en *cc'* qui se projettent sur l'ouverture de l'arcade de face. Nous obtiendrions ces ombres en élévation, au moyen de la coupe de l'arcade et du rabattement de cette coupe.

Le point le plus haut *e*, du cercle, donne une ombre *f* sur l'axe de l'arcade.

Le point *g*, situé à 45° sur le cercle, donne l'ombre *h*, point le plus haut de la courbe.

L'autre point du cercle , symétrique à *g*, donne l'ombre *h'* sur le même rayon lumineux *g h* prolongé.

Pour la seconde ellipse, nous pourrions l'obtenir directement, comme nous l'avons fait pour la première, ou la tracer en la calquant sur l'ellipse obtenue et en la transportant de l'épaisseur de l'arcade.

PLANCHE XIII

SPHÈRE

Fig. I. — **Ombre d'un cylindre surmonté d'un cône de même diamètre.** — Nous avons expliqué, dans les chapitres antérieurs, les moyens de déterminer les ombres propres de chacune des deux surfaces qui nous occupent. Nous voulons seulement faire remarquer que ces deux surfaces, qui ont cependant un cercle de commun, ne se raccordent pas.

Il s'ensuit que leurs ombres déterminées par deux génératrices du cylindre et deux génératrices du cône, présentent deux ressauts en *a'b'* et en *c'd'*.

Aux points *a'* et *c'*, les rayons lumineux sont tangents à la surface du cylindre ; aux points *b'* et *d'*, les rayons sont tangents à la surface du cône.

Fig. II. — **Ombre d'un cylindre et d'un cône creux ayant un cercle commun.** — Les rayons qui frisent les génératrices *ab* et *as'* déterminent deux plans : le premier de ces plans coupe le cylindre suivant la génératrice *f' g'* ; le second plan coupe le même cylindre suivant une portion d'ellipse *f'e'c'* dont on a déterminé le point *e'*, ombre d'un point quelconque *dd'* de la génératrice *as'*. On pourrait de même tracer autant de points que l'on voudrait.

Le second plan que nous considérons passe par le sommet du cône : il coupe donc ce

cône suivant une génératrice. Il suffit de connaître un point de cette génératrice pour la déterminer. Soit à chercher le point *c'* qui se trouve sur le cercle commun.

Pour cela, déterminons la trace horizontale du plan en cherchant la trace horizontale *a* de la génératrice *as'* et la trace horizontale *u* du rayon lumineux *su, s'u'* mené par le sommet *ss'* ; cette trace *au* coupe le cercle de base du cône en *c* ; *c* est donc la trace horizontale de la génératrice d'intersection ; nous en déduirons sa projection verticale *c's'*.

Fig. III. — **Ombre d'une sphère.** — Les rayons tangents à une sphère forment un cylindre circulaire ; la ligne d'ombre est un grand cercle de la sphère dont le plan est perpendiculaire à la direction lumineuse. En projections horizontale et verticale, ce cercle donnera donc deux ellipses.

Sur le centre *oo'* de la sphère, menons le rayon lumineux *oa o'a'*, rabattons autour de ces lignes les plans projetant horizontalement et verticalement ce rayon lumineux. Les sections de ces plans projetant avec la sphère donneront des grands cercles qui se rabattront en vraie grandeur en o_1 et en o_2 ; les rayons lumineux se rabattent en o_1a o_2b'.

Le grand cercle qui détermine l'ombre propre étant situé dans un plan perpendiculaire au rayon, il se projettera sur les rabattements par les diamètres 1_1 7_1 — 5_2 11_2 perpendiculaires aux rayons rabattus ; en ramenant les extrémités de ces diamètres sur *oa o'b'*, nous aurons les petits axes 1,7 — 5'11' des ellipses. Les extrémités des grands axes 4,10 — 8'2' de ces ellipses sont déduites des points o_1 o_2 ; ces grands axes sont égaux au diamètre de la sphère.

Du reste, on peut obtenir les points 4,10 — 8'2' en menant aux projections de la sphère des tangentes parallèles aux projections du rayon lumineux ; car la sphère se raccorde suivant ses grands cercles de projection avec des cylindres perpendiculaires aux plans de projection.

La courbe d'ombre propre d'une sphère présente douze points importants ; nous allons en faire la description en désignant leurs positions relatives.

Lorsqu'on aura déterminé les points 4,10,1,7 qui déterminent les axes de l'ellipse horizontale, nous déduirons, en projection verticale, les points 4'10' sur le grand cercle horizontal et 1'7', points les plus bas et les plus haut de la courbe d'ombre ; ces points sont situés à des hauteurs, de la ligne de terre, données sur le rabattement o_1.

De même lorsque nous aurons obtenu les points 2' 8' 5' 11', nous déduirons les points 2 et 8 en projection horizontale sur le grand cercle parallèle au plan vertical, et les points 5 et 11, points les plus haut et les plus bas de l'ellipse horizontale, leurs distances à la ligne de terre sont données sur le rabattement o_2.

Les points 3,9,6,12, sont respectivement symétriques aux points 11,5,8,2 ; les deux premiers se trouvent sur les horizontales des points 7,1, et les autres sont sur le méridien perpendiculaire au plan vertical.

De même en projection verticale, les points 3'9'6'12' sont symétriques aux points 7'1'4'10' ; les deux premiers se trouvent sur les horizontales des points 11'5' et les derniers sont situés sur le méridien perpendiculaire au plan vertical. Aux points 3,3' 9,9' les tangentes aux cercles sont verticales.

On trouvera les ombres portées de la sphère sur les deux plans de projection, en cher-

chant les traces horizontales et verticales *cd, ef — gh, ij* des rayons lumineux dirigés par les extrémités des axes des ellipses d'ombre propre ; ces traces sont données directement par les rayons rabattus. Les points obtenus sont les extrémités des axes des ellipses d'ombre portée.

Les deux ellipses se coupent sur la ligne de terre. De plus, leurs points les plus bas et les plus hauts se trouvent respectivement sur des parallèles à la ligne de terre.

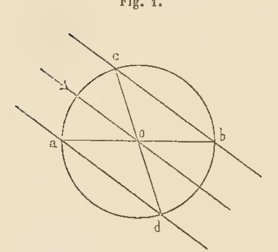
PLANCHE XIV

SPHÈRE ET CÔNE CREUX

Fig. I. — **Ombre d'une demi-sphère creuse.** — Les rayons qui frisent le bord supérieur *acb* de la demi-sphère, figurée en projection horizontale, forment un cylindre qui coupe cette demi-sphère suivant un grand cercle.

En effet, supposons la sphère entière (fig. 1) ; par suite de la symétrie de la figure, il est bien évident que le cylindre qui aura pour directrice le grand cercle projeté en *ab*, coupera cette sphère suivant un autre grand cercle dont le plan se projettera suivant *cd*. C'est donc la moitié de ce grand cercle qui donne en projection la demi-ellipse cherchée.

Fig. 1.



Cela dit, par le centre *o* de la sphère, menons la trace horizontale d'un plan projetant le rayon lumineux ; rabattons ce plan autour de cette trace : l'intersection de ce plan avec la demi-sphère se rabat suivant le demi-cercle *c'oe'*, la demi-sphère étant supposée sur le plan horizontal. Le rayon *ao co* se rabat suivant *fo* ; par le point *c'*, menons en *c'd'* une parallèle à ce rayon rabattu ; ce nouveau rayon perce le grand cercle d'intersection en *d'*. Relevons ce point en *d*, *od* sera donc le demi petit axe de l'ellipse ; le grand axe est donné par le diamètre *ab*.

En joignant *d'* au point *a*, *ad'* sera, en rabattement, le lieu géométrique des intersections de tous les rayons, menés suivant la demi-circonférence *acb*.

On a cherché l'ombre d'un point quelconque *g* et d'un point g_1, qui lui est symétrique par rapport à l'axe *ce*.

Du reste, connaissant les deux axes de l'ellipse, on pourra la tracer avec une bande de papier par la différence des axes sans être obligé de rechercher les ombres d'autres points.

Fig. II. — **Ombre d'un cône creux.** — On peut regarder un cône droit comme étant un cylindre droit en supposant le sommet de ce cône droit à l'infini. Or, nous avons vu dans l'ombre du puits (Pl. VI, fig. II), que la courbe d'ombre était une portion d'ellipse.

La démonstration que nous avons faite à ce sujet peut s'appliquer au cas présent. L'ombre portée à l'intérieur du cône doit donc être considérée comme étant une section plane de ce cône.

On trouvera d'abord les génératrices d'ombre propre S*a o'a'*, *sb o'b'* par les moyens connus.

La courbe d'ombre est donnée par l'intersection du cône et du cylindre des rayons lumineux qui reposent sur la portion *a'f'b'* de la circonférence directrice. Or, si nous coupons ces deux surfaces par des plans parallèles au plan vertical, nous déterminerons ainsi, pour le cône, une série de cercles qui iront en diminuant à mesure que le plan sécant se rapprochera du sommet; nous obtiendrons également pour le cylindre une série de cercles identiques au cercle de tête, et transportés parallèlement au rayon lumineux, de quantités d'autant plus grandes que le plan sécant sera plus éloigné du plan de tête.

Si les deux cercles trouvés dans chacun de ces plans se coupent, on obtiendra généralement deux points qui feront partie de l'intersection du cône et du cylindre, c'est-à-dire de l'ombre cherchée.

Sur l'épure, on a indiqué cette opération pour un seul plan *de*; ce plan coupe le cône suivant un cercle qui a toujours son centre en o' sur la projection verticale. Il coupe le cylindre suivant un cercle semblable au cercle directeur; son centre se trouve transporté en *mm'*.

Ces deux cercles se coupent aux points *d'e'* qui appartiennent à la courbe; on déduira facilement les projections horizontales *de* sur la trace du plan.

Aux points *a'b'*, les rayons lumineux sont tangents au cône puisqu'ils sont contenus dans les plans tangents menés suivant les génératrices *a'o' b'o'*. Les rayons lumineux frisent donc le cône aux points *a'* et *b'*, c'est-à-dire que ces points sont eux-mêmes leur ombre portée : la courbe d'ombre doit donc passer par ces deux points.

Le point *cc'* a été obtenu au moyen du rabattement d'un plan sécant perpendiculaire au plan vertical et dont la trace est figurée en $f'o_1$. Ce plan coupe le cône suivant deux génératrices. On a rabattu le plan de ces génératrices ainsi que le rayon lumineux.

Le rayon issu de l'extrémité f_1 d'une génératrice frappe l'autre génératrice en c_1; on a relevé ce point en *c'* et on en a déduit sa projection horizontale *c* à une distance de la ligne de terre égale à c_1c'.

Le plan du cercle directeur est parallèle au plan vertical. L'ombre de ce cercle sur le plan vertical sera un cercle identique au premier. L'ombre horizontale sera une ellipse.

Le sommet du cône se trouvant dans le plan vertical, il suffira de mener du point *o'* des tangentes au cercle d'ombre pour avoir l'ombre portée verticalement, car tous les points de ce cercle représentent les ombres portées des pieds de toutes les génératrices qui doivent tendre au sommet *o'*.

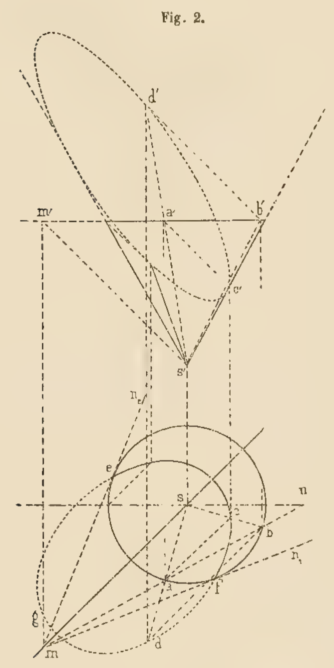
Des points de contact a_1b_1 de ces tangentes, on pourrait en déduire les points *a'b'* d'ombre propre, mais ce procédé est peu rigoureux en application.

Au point *n*, intersection de l'ombre portée $o'a_1$ et de la ligne de terre, menons la tangente na_2 à l'ellipse d'ombre; si l'on a bien opéré, le point de contact a_2 sera la trace horizontale du rayon lumineux partant du point *aa*.

Nous allons donner une seconde méthode pour déterminer l'ombre à l'intérieur du cône:

Par le sommet *ss'* (fig. 2), faisons passer un rayon lumineux *sm*, *s'm'*; sa trace sur le

plan du cercle directeur sera en mm'. Tous les plans qui seront menés par la ligne sm, $s'm'$, seront donc parallèles à la direction du rayon lumineux. De plus, si ces plans coupent le cône, ils le couperont généralement suivant deux génératrices, puisqu'ils passent par le sommet du cône.



Nous pouvons donc mener, *a priori*, différentes traces mn — mn_1 — mn_2 de plusieurs plans et déterminer les génératrices d'intersection.

Ainsi le plan qui a mn pour trace coupe le cône suivant les deux génératrices sa, sb ; de l'extrémité a de la génératrice sa, menons un rayon lumineux ac,— ce rayon est contenu dans le plan sécant puisqu'il est mené d'un point de ce plan parallèlement à une ligne ms de ce plan. Ce rayon rencontre donc l'autre génératrice sb en c, qui est un point de l'ombre.

Le point dd' est obtenu de la même manière, en menant de l'extrémité bb' un rayon lumineux qui coupe l'autre génératrice en dd'.

Les plans sécants, dont les traces mn_1 — mn_2 sont tangents en f et e au cercle, deviennent donc des plans tangents au cône. Les points e et f portent ombre sur eux-mêmes et sont, par conséquent, deux points de la courbe d'ombre.

On a construit (fig. 2) l'ellipse entière en cherchant l'intersection du cône et du cylindre qui aurait le cercle entier comme directrice, mais la partie egf de l'ellipse est une ligne virtuelle dans le problème des ombres.

En projection verticale, on a supposé le cône coupé par le plan parallèle au plan vertical passant par son sommet.

Fig. III. — **Application du cas précédent.** — Cette figure représente une porte ou une fenêtre circulaire avec un ébrasement conique.

Dans la détermination de l'ombre du cercle de tête, sur des plans qui lui sont parallèles, son centre oo' se trouve transporté en ee' et en ff'; on tracera avec son rayon les portions de cercle $a'b'$ — $c'd'$.

Le point a' fait partie de l'ombre de la surface conique. Cette ombre s'obtiendra par les opérations indiquées plus haut.

Fig. IV. — **Trompe cylindrique.** — Une trompe cylindrique est formée par la pénétration de deux cylindres.

On s'est donné la directrice abf du cylindre vertical et la directrice $b_1 d_1 a_1$ du cylindre qui a ses génératrices horizontales, et on a cherché leur intersection par points.

Ainsi, la génératrice horizontale projetée en d a ses projections horizontale et verticale

en de et en $d'e'$; la ligne de est obtenue par un mouvement de rotation. Cette génératrice perce le cylindre vertical aux points d et e, nous en déduirons d' et e'.

Par le point d_1 menons en $d_1 c_1$ la trace d'un plan projetant le rayon lumineux; cette trace coupe le cylindre horizontal suivant la génératrice projetée en c_1; le point d'ombre c' se trouve à l'intersection de cette génératrice et du rayon issu du point d'; la projection horizontale c se déduit de c'. Il ne nous restera plus qu'à joindre par des courbes les points obtenus en plan et en élévation.

La partie supérieure de la figure représente un demi-cylindre droit surmonté d'une demi-sphère; ces deux surfaces se raccordent suivant le grand cercle horizontal de la sphère.

La génératrice d'ombre du cylindre et l'ellipse d'ombre de la sphère forment sur ce grand cercle en m' un point de rebroussement.

L'ombre portée de la demi-sphère se raccorde au point m_1 avec l'ombre verticale du cylindre. parce que les deux surfaces ont même plan tangent en ce point.

PLANCHE XV

OMBRE DES NICHES

Fig. I, II et III. — Les trois premières figures de cette planche représentent des niches ayant pour plans des sections rectangulaires ou demi-circulaires, et pour fermetures des plans horizontaux ou des cylindres droits.

Dans les deux premiers exemples, les ombres sont portées sur des plans parallèles aux plans des lignes qui produisent ces ombres ; les ombres portées seront donc semblables aux lignes de tête des niches et transportées parallèlement aux rayons lumineux d'une certaine quantité.

Dans la première figure, le point aa' porte ombre en bb'; et le centre cc' de la deuxièm figure se trouve porté en dd'.

Pour la figure III, on remarquera que le plan des rayons lumineux qui s'appuient sur ab, $a'b'$ coupe le cylindre suivant une ellipse qui, en projection verticale, se réduit à un cercle (pl. V, fig. IV).

Fig. IV. — **Niche sphérique.** — L'ombre $f'g'h'd'$ peut se diviser en trois parties suivant la nature de la ligne qui porte ombre et suivant la surface sur laquelle cette ombre est portée :

1° L'ombre $f'g'$ portée par l'arête $a'b'$ sur la surface cylindrique de la niche ;

2° L'ombre $g'h'$ portée également par une portion $b'c'$ du cercle de tête sur la surface cylindrique de la niche ;

3° L'ombre $h'd'$ portée par une autre portion $c'd'$ du cercle de tête sur la partie sphérique de la niche.

La première de ces ombres est l'intersection d'un plan et d'un cylindre. Or, comme ce plan est mené par la génératrice du cylindre, son intersection avec ce cylindre sera donc une autre génératrice. La trace horizontale de ce plan sécant est dirigée en plan à 45° suivant bg ; cette intersection est limitée verticalement de f' en g'.

Pour la deuxième courbe d'ombre *g'h'*, on pourrait de même la tracer par points en prenant, par exemple, un point quelconque sur *b'c'*, d'en déduire sa projection horizontale, et chercher l'intersection du cylindre et du rayon lumineux qui passerait par ce point.

Pour cela, par la projection horizontale du rayon, menons un plan projetant ce rayon : il coupe le cylindre suivant une génératrice verticale qui, en projection verticale, rencontre le rayon lumineux, issu du point considéré, en un point qui est un point de la courbe.

Enfin, la troisième partie *h'd'* de la courbe d'ombre est une portion de l'ombre portée d'une demi-sphère creuse ; cette ombre est une demi-ellipse qu'on tracera en se reportant au chapitre précédent (pl. XIV, fig. I).

Le point *h'*, où l'ellipse coupe le grand cercle *b'e'*, est un point d'inflexion. En ce point, la courbure de la ligne d'ombre change de sens, et la tangente à la courbe, en ce point, se trouve de part et d'autre de cette courbe.

Pour obtenir cette tangente, on considérera qu'elle est donnée par l'intersection du plan tangent à la sphère en ce point, et du plan tangent au cylindre des rayons lumineux suivant la génératrice qui passe par le point *h'*.

Or, le premier de ces plans est un plan vertical qui a pour trace horizontale la tangente en *h* au cercle *bge*, il coupe le plan vertical suivant une verticale; le second plan tangent, suivant la génératrice *c'h'*, a pour trace verticale la tangente en *c'* au cercle *b'c'e'*. Les deux traces obtenues se coupent en un point qui se trouve hors des limites de l'épure.

Or, ce point est bien un point commun aux deux plans tangents, il ne nous restera donc plus qu'à le joindre au point *h'* déjà obtenu pour avoir la tangente cherchée.

En plan, cette tangente se projette suivant la trace du plan tangent à la sphère.

La projection horizontale de la ligne qui sépare l'ombre et la lumière peut s'obtenir par points en les déduisant de leurs projections verticales.

Ainsi, le point *h* se trouve sur le grand cercle horizontal *bge*. Le point *d* est sur le méridien qui se projette horizontalement en *be*.

Un point quelconque 1 se trouve à une distance de la ligne de terre égale à la distance $1_1 2_1$, donnée sur le rabattement. Comme vérification, le rayon lumineux, issu du point 1 1', doit couper la courbe de tête en un point dont les deux projections doivent se trouver sur une même ligne de rappel.

Fig. V. — **Ombre d'une niche en coupe.** — Cette ombre se compose de deux portions d'ellipse *ac a'c'*, *bc b'c'*, symétriques par rapport au plan vertical dont la trace horizontale est dirigée suivant la ligne à 45° *dc*.

Après avoir construit l'ellipse *bc*, *b'c'* limitée en *cc'*, ombre du point *dd'*, on pourra en déduire la seconde ellipse en considérant une série de points de la première courbe, et en cherchant les points qui leur sont symétriques par rapport au plan vertical *dc*.

Les nouveaux points se trouvent en plan sur une courbe symétrique à la première et, en projection verticale, sur des cercles horizontaux qui se projettent donc suivant des horizontales.

On pourrait obtenir la courbe *ac*, *a'c'* directement aussi par la méthode des plans sécants. Ainsi, le point 1 rabattu en 1_1 porte une ombre en 2 ; ce dernier point est obtenu du point 2_1 donné sur le rabattement du plan sécant et de la sphère.

PLANCHE XVI

BASE, CHAPITEAU

Fig. I. — **Ombre d'une base.** — Le profil de la base que nous donnons se compose d'un tore, d'un listel et d'un congé.

L'ombre propre du tore fournit cinq points principaux :

Les points 1 et 3 sont situés sur un même parallèle ; le point 1 est obtenu en menant une tangente à 45° au profil du tore ;

Le point 2, situé dans le plan méridien *oq*, est le point le plus bas de la courbe d'ombre ; on l'obtient en menant au profil une tangente parallèle au rayon rabattu, c'est-à-dire, une tangente faisant l'angle α avec l'horizontale.

On ramènera le point 2 dans le plan méridien, au moyen d'une rotation.

Le point 4, qui se trouve sur le contour apparent horizontal, est situé dans le plan méridien *or* : Il nous sera facile de le relever ;

Enfin, le point 5 est donné par la tangente à 45° au profil du tore.

Nous obtiendrions de même, pour la courbe d'ombre cachée, cinq autres points semblablement placés par rapport au plan méridien *oq*.

Pour obtenir un point quelconque 6 de la courbe, suivant un méridien *op*, on considère que le tore se raccorde avec un cylindre sur ce méridien. Il s'agit donc de mener un plan tangent à ce cylindre dont les génératrices horizontales sont perpendiculaires à la trace *op*.

Pour cela, on projette le rayon lumineux sur le plan méridien et, au moyen d'une rotation, on mène une tangente parallèle au rayon obtenu. On obtient aussi un point de contact qui, ramené dans le plan méridien *op*, donne le point 6 ; on obtiendrait de même un autre point 6′ situé toujours dans le plan *op*.

L'ombre propre du fût de la colonne est donnée par la tangente à 45° tracée au point *a* au cercle de base. Le congé est coupé par le plan tangent au fût suivant la trace *ab* ; en relevant le point *b*, et quelques points sur des parallèles, on obtiendra la courbe *a′b′*.

On aurait de même l'ombre du cylindre du listel par la tangente en *c* ; le cercle supérieur du listel porte une ombre sur le tore. On pourrait obtenir rigoureusement cette ombre en considérant plusieurs parallèles du tore et en cherchant les points où le cercle supérieur porte ombre sur ces cercles : c'est le principe de la détermination de l'ombre du cône creux (pl. XIV, fig. II).

Fig. II. — **Ombre d'un chapiteau.** — L'arête du larmier projetée en *a′* porte une ombre qui se projette suivant la trace *a′b′* ; l'arête *a′d′* porte une ombre symétrique à la première par rapport au plan méridien *oa*. Cette ombre porte, sur les cylindres du fût et du listel, des portions de cercles ; elle donne en outre, sur le tore supérieur, une courbe qu'on tracera facilement par points, en considérant une série de parallèles et en faisant passer par ces parallèles des cylindres verticaux. On sait que les ombres de l'arête *a′d′*, sur

ces cylindres, donnent des cercles qui ont le point o' comme centre (pl. V, fig. IV) ; les rencontres de ces cercles et des parallèles considérés fournissent des points de la courbe d'ombre.

Aux points où cette ombre se perd dans l'ombre propre du tore, c'est-à-dire aux deux points de perte, les rayons lumineux sont tangents à cette ombre portée. Il est utile de tracer en plan la ligne de l'ombre propre du tore pour pouvoir déterminer l'ombre que cette ligne porte sur le cylindre du fût et sur le tore de l'astragale.

On a cherché le point d'ombre situé sur le contour apparent horizontal du tore en menant le cylindre projetant ce contour et en cherchant verticalement l'ombre portée sur ce cylindre. Le point c' cherché se trouve à la rencontre de la courbe obtenue et du parallèle considéré.

On opérera de même pour chercher les ombres propres et portées de l'astragale ; on peut aussi employer la méthode des plans sécants ; leurs traces horizontales sont dirigées à 45° ; on mène, aux sections obtenues verticalement, des rayons lumineux qui déterminent les points de contact.

Sur l'épure, on a indiqué cette opération par un plan sécant qui aurait pour trace la ligne xy.

PLANCHE XVII

SURFACES DE RÉVOLUTION

Fig. I. — **Ombre du vase.** — Nous pouvons déterminer les points 1, 2, 3, 4, 5 comme nous l'avons indiqué à l'ombre du tore (pl. XVI, fig. I).

Pour obtenir les points d'ombre aa', bb' sur un parallèle donné, nous substituerons à la surface de révolution un cône se raccordant à cette surface suivant ce parallèle ; nous déterminerons l'ombre du cône par les moyens connus, et aux intersections des génératrices d'ombre et du parallèle, c'est-à-dire aux points de tangence a et b du plan que nous relèverons en a' et en b' sur le parallèle, nous aurons les points cherchés.

La base du vase se compose d'un tore et d'une scotie. Nous donnerons plus loin le détail de l'ombre de la scotie.

On obtient l'ombre de la partie supérieure du vase en coupant la surface par des plans verticaux dont les traces horizontales sont dirigées à 45°. On détermine ainsi verticalement des lignes d'intersection auxquelles on mènera des tangentes $c'd'$ à 45°.

Les deux points c' et d' sont des points des deux courbes d'ombre.

Nous donnons au chapitre suivant (pl. XVIII, fig. V) une autre méthode applicable à la détermination de cette ombre.

Quant à l'ombre sur le plan horizontal, elle se détermine en traçant sur la surface du vase une série de parallèles, et en cherchant les ombres portées par ces différents parallèles ; ces ombres sont des cercles que l'on enveloppera par une courbe qui leur sera tangente.

Ces parallèles donnent comme ombre, sur le plan vertical, des ellipses.

Dans ce cas, il est plus simple, puisqu'on a obtenu l'ombre propre directement, de

trouver l'ombre portée en cherchant les traces des rayons lumineux qui passent par les points obtenus 3, *a'*, 4, 5.

Fig. II. — **Ombre d'une scotie.** — Cette ombre se compose de deux courbes bien distinctes : La courbe d'ombre propre et la courbe d'ombre portée.

La courbe d'ombre propre 1 *a b* 2 *b a* 1, 1'*a'b'*2'*b'a'*1', s'obtient comme précédemment par les cônes de raccordement ; cette ombre est en partie virtuelle ; les portions *ab*, *a'b'* sont seules utiles.

Le cercle supérieur porte sur la scotie l'ombre 4 *c a* 3 *a c* 5, 4'*c'a'*3'*a'c'*5', qu'on obtiendra par la méthode des plans sécants horizontaux (pl. XIV, fig. II) ; cette ombre est virtuelle dans les parties *ac a'c'*, c'est-à-dire que le cercle supérieur porte sur la scotie des ombres en *a*3*a*, *a'*3'*a'* et en *c*4, *c'*4', *c*5, *c'*5'.

Les ombres *bc b'c'* sont portées par les lignes d'ombre propre *ab a'b'* déjà trouvées.

Fig. III. — **Ombre d'un balustre.** — On tracera cette ombre en se reportant aux ombres du piédouche et du chapiteau toscan.

PLANCHE XVIII

MACHINES

Fig. I. — **Ombre d'une roue à palettes.** — Le cercle AA' de la roue, donne des portions d'ellipses comme ombres sur le cylindre et sur les plans des palettes, on les obtiendra par points.

Ainsi, un point *a* porte une ombre sur lui-même ; un point *c* projeté en *c'*, fournit l'ombre *b* déduite de *b'*. On pourrait obtenir d'autres points intermédiaires, si ces deux points ne suffisaient pas pour tracer la courbe.

Les arêtes horizontales des palettes donnent des ombres horizontales.

Fig. II. — **Ombre d'un piston d'une pompe aspirante.** — L'ombre portée sur le cône par le cercle supérieur, s'obtient de la manière que nous avons déjà expliquée (pl. XIV, texte, fig. 2), c'est-à-dire, en coupant le cône par des plans passant par le rayon lumineux *ao a'o'* ; un de ces plans coupe le cône suivant une génératrice, et le cercle supérieur en un point d'où l'on tracera le rayon lumineux *cd*, rencontrant la génératrice en *d* ; ce dernier point sera un point de l'ombre cherchée.

Les autres ombres propres nous sont connues.

On obtient les ombres portées sur le cylindre, en les déduisant du plan au moyen de lignes de rappel. Les rencontres de ces lignes de rappel, et des rayons issus des points considérés, donneront des points de l'ombre portée.

Fig. III. — **Ombre d'un cylindre.** — On se reportera au tracé de l'ombre du tailloir circulaire (pl. V, fig. VI), pour obtenir l'ombre des ressauts du cylindre.

Les points de perte *b* et *d* sont intéressants à connaître, ils sont obtenus des points *a* et *c* par la même méthode.

Sur la figure, on a supposé un tuyau à coude A et B, venant faire pénétration dans le cylindre.

Après avoir déterminé les génératrices d'ombre propre de ces tuyaux, on cherchera leurs ombres portées sur le cylindre.

Les deux génératrices horizontales du tuyau A, donneront deux lignes à 45°.

Les deux génératrices verticales du tuyau B, donneront deux demi-cercles de même diamètre que celui du cylindre (pl. V, fig. IV).

Fig. IV. — **Ombre d'un talon circulaire.** — La courbe 1 2 3 4 est l'ombre propre d'un tore qui nous est déjà connue.

L'ombre portée *a′ b′* s'obtiendra par points en cherchant sur le plan horizontal, la trace A du cylindre lumineux de la courbe 1, 2, 3, 4, et en cherchant également les traces horizontales des cylindres qui auraient différents parallèles pour directrices, et les rayons lumineux comme génératrices.

Ces traces sont des cercles qui pourront couper la première trace A en des points par lesquels on mènera des rayons lumineux inverses; ces rayons lumineux couperont les parallèles considérés, en des points qui feront partie de la courbe d'ombre portée.

Sur l'épure, on a opéré sur le parallèle de base. Ce cercle coupe la trace A au point *b*; on relèvera ce point en *b′* sur le parallèle.

Le point le plus haut *a′* s'obtient en menant au profil une parallèle au rayon rabattu, et en ramenant les points 2 et *a′* à leur vraie position, au moyen d'une rotation.

On obtiendra l'ombre portée du cercle supérieur par la méthode des plans sécants horizontaux (pl. XIV, fig. II).

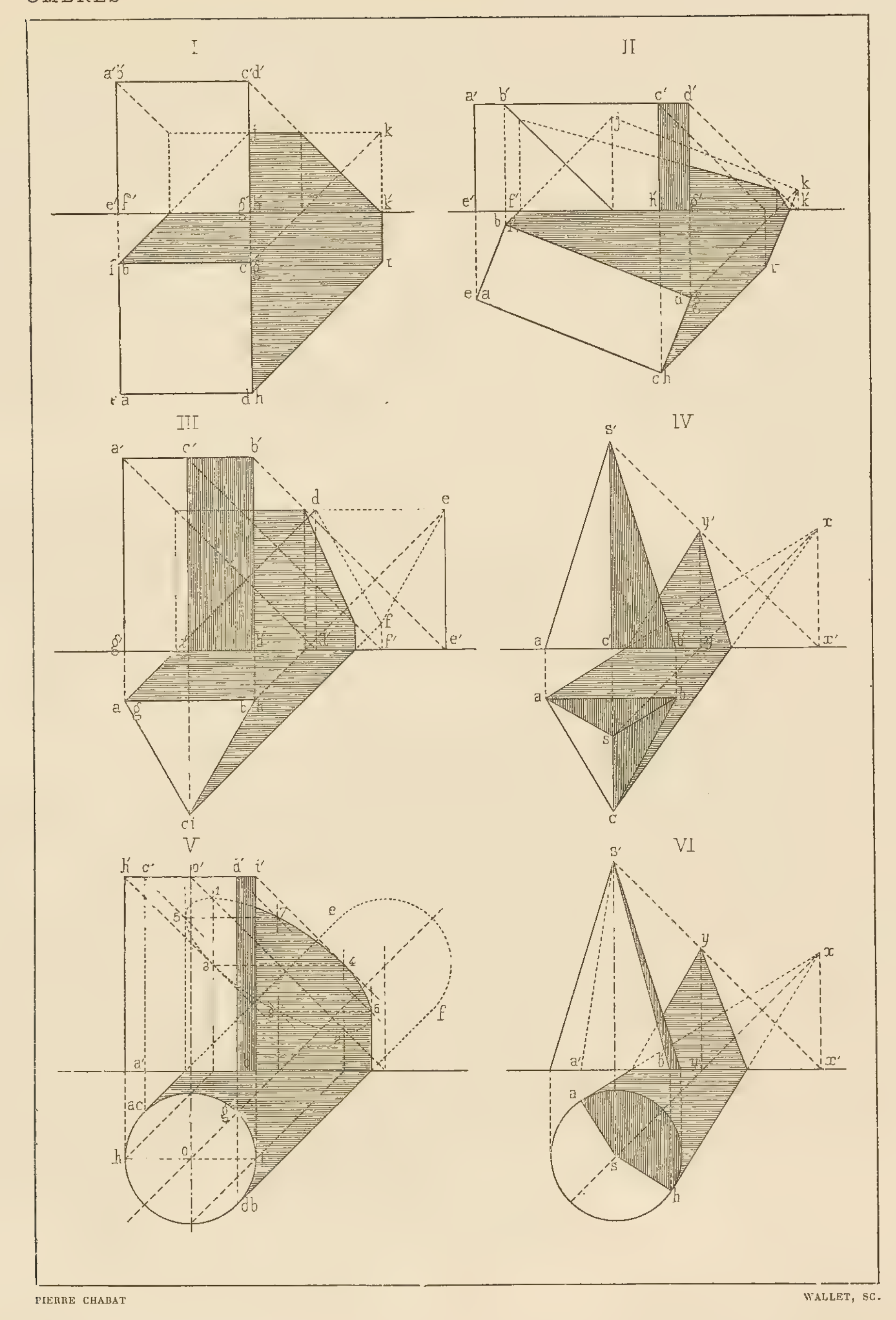
Le point de perte *cc′* s'obtient en cherchant sur le plan horizontal les traces A et B des cylindres de la courbe 1 2 3 4 et du cercle supérieur, ces deux traces se coupent en *cc′*. En menant de ce point le rayon inverse *cd c′d′*, nous obtiendrons sur la courbe d'ombre en *ee′*, le point de perte.

Fig. V. — **Ombre d'une vis à filet carré.** — L'écrou porte sur les cylindres de la vis une ombre décrite au chapitre des tailloirs (pl. V, fig. IV).

L'hélice *mn m′n′* détermine sur le petit cylindre, une ombre qu'on tracera par points en menant des plans sécants à 45°. Ainsi, le point *aa′* donne l'ombre *bb′*.

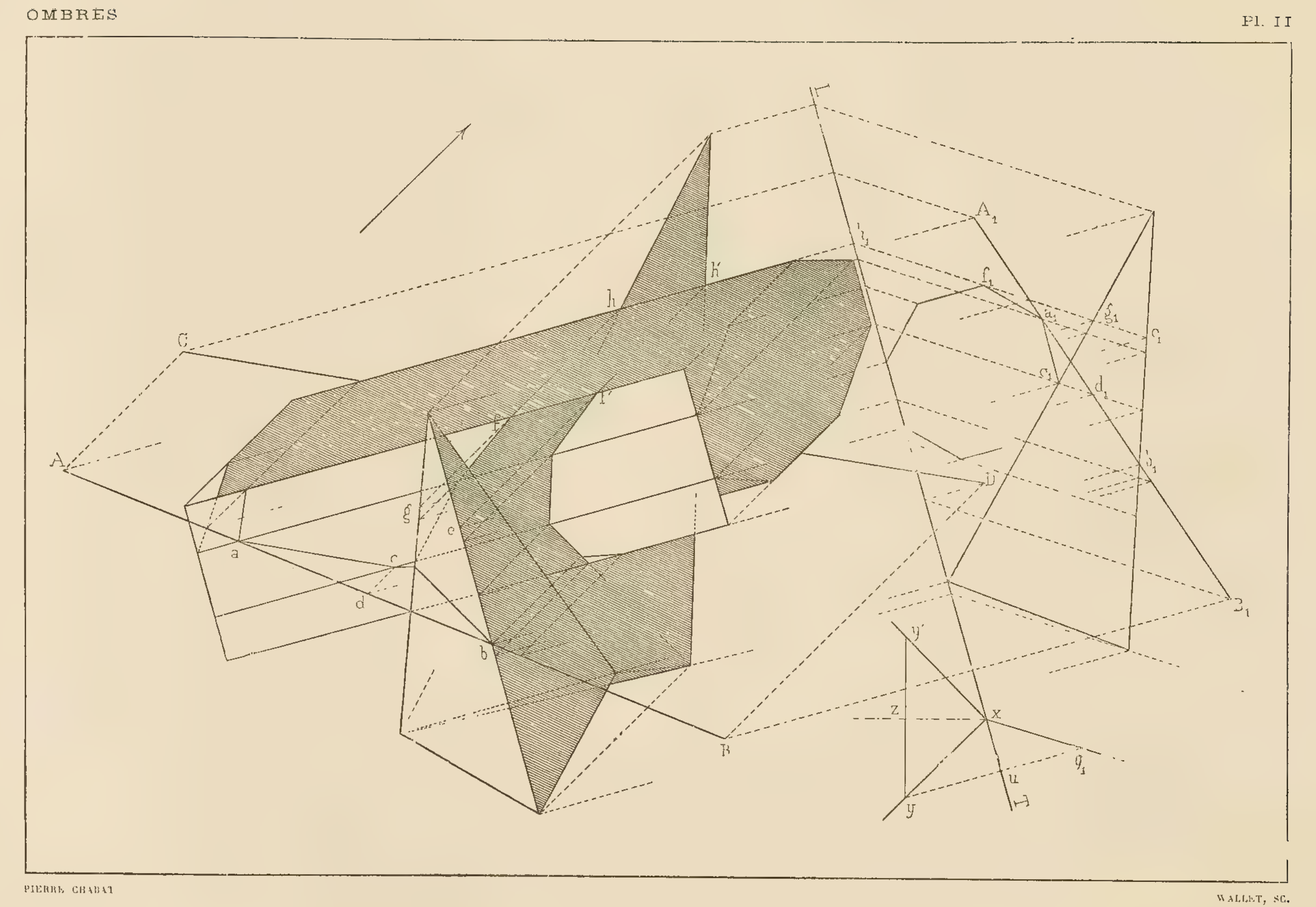
Pour avoir le point *c*, où le cylindre d'ombre de l'hélice *mn m′n′* perce l'hélice inférieure, il faudra faire passer par cette dernière hélice un autre cylindre dont les génératrices seraient parallèles à celles du premier et trouver les traces de ces deux cylindres sur le plan horizontal.

Enfin, au point où ces traces se couperont mener un rayon lumineux inverse qui rencontrera l'hélice inférieure au point *c* cherché.



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

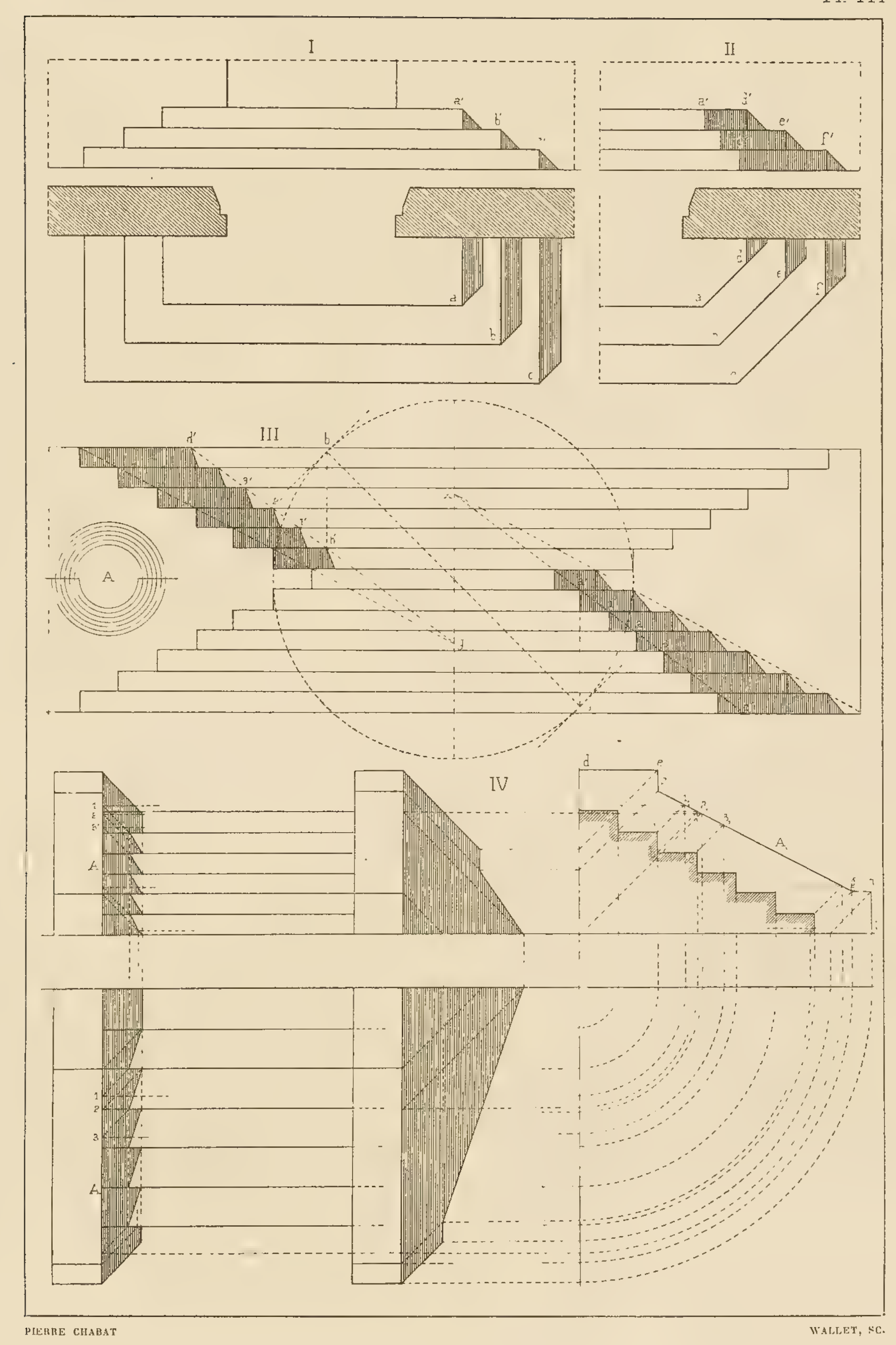
SOLIDES



PIERRE CHABAT

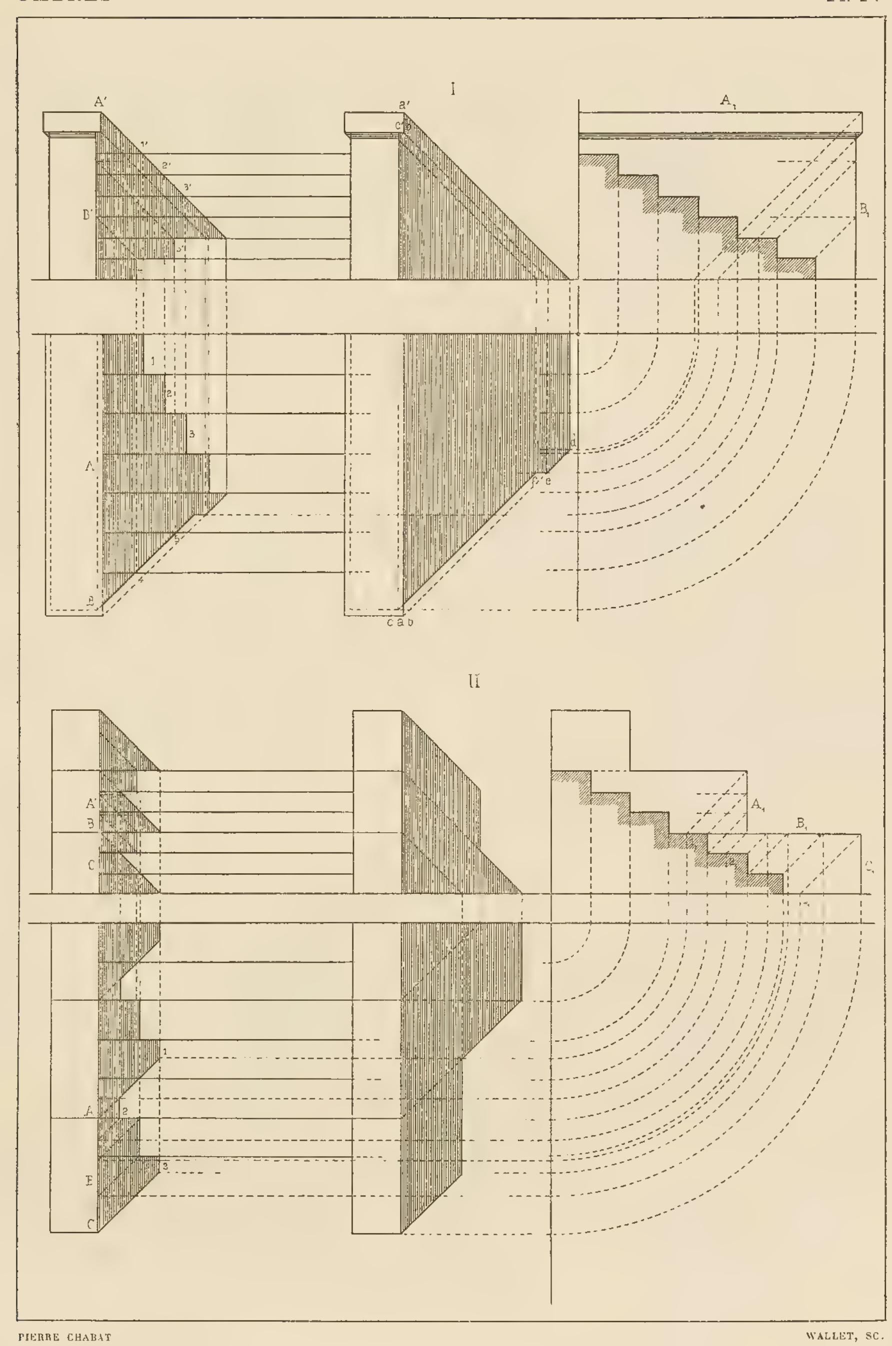
WALLET, SC.

APPLICATION



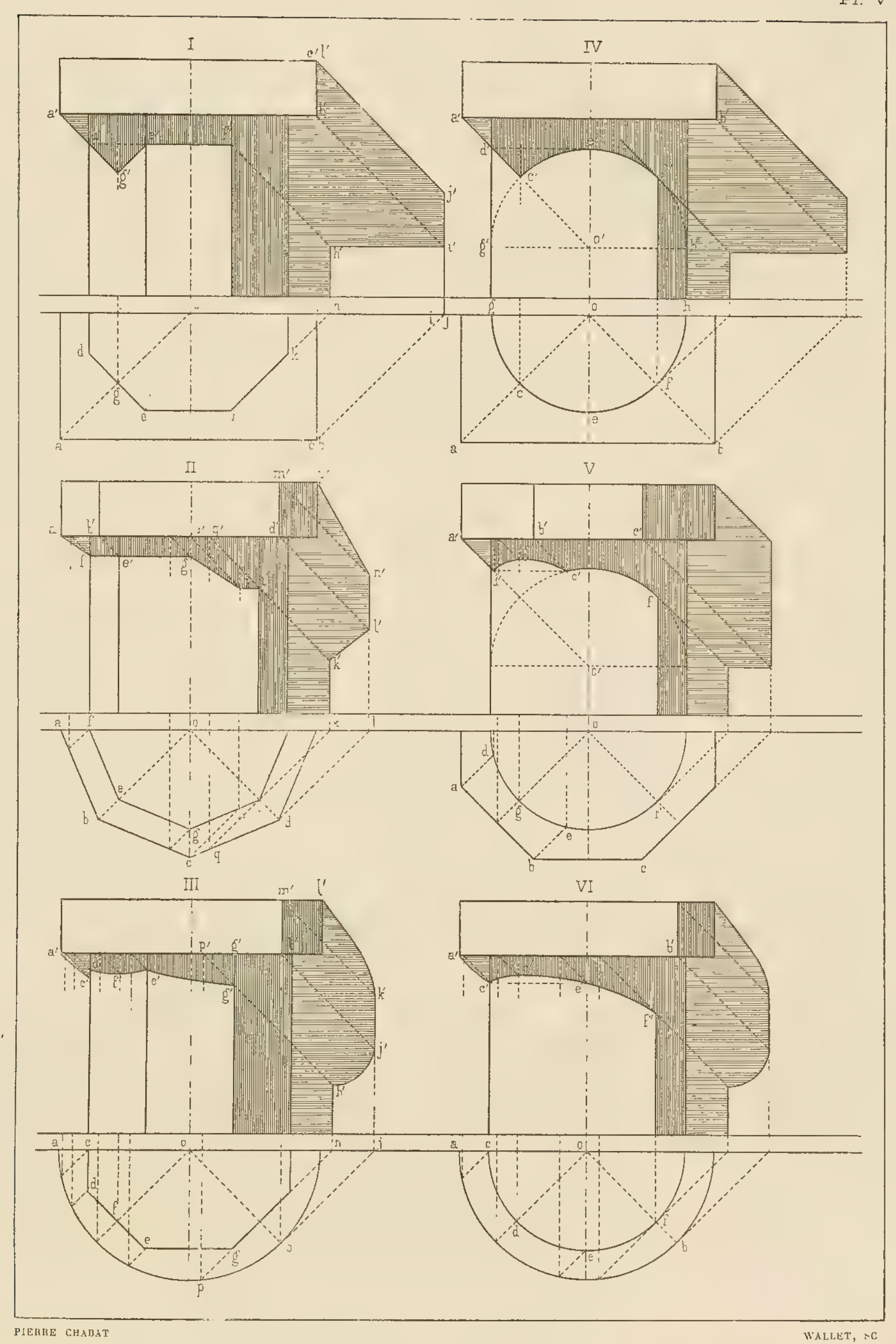
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PERRONS



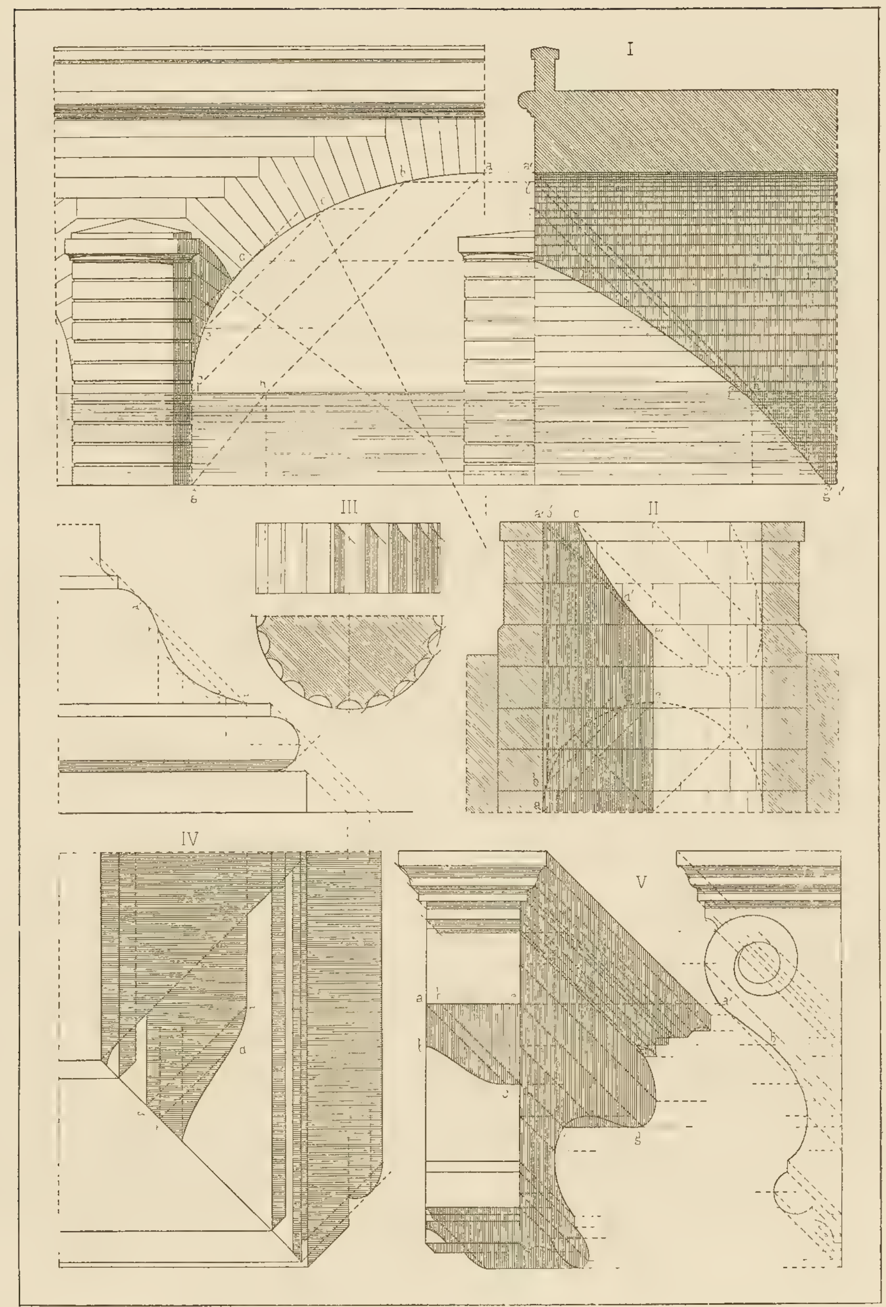
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PERRONS



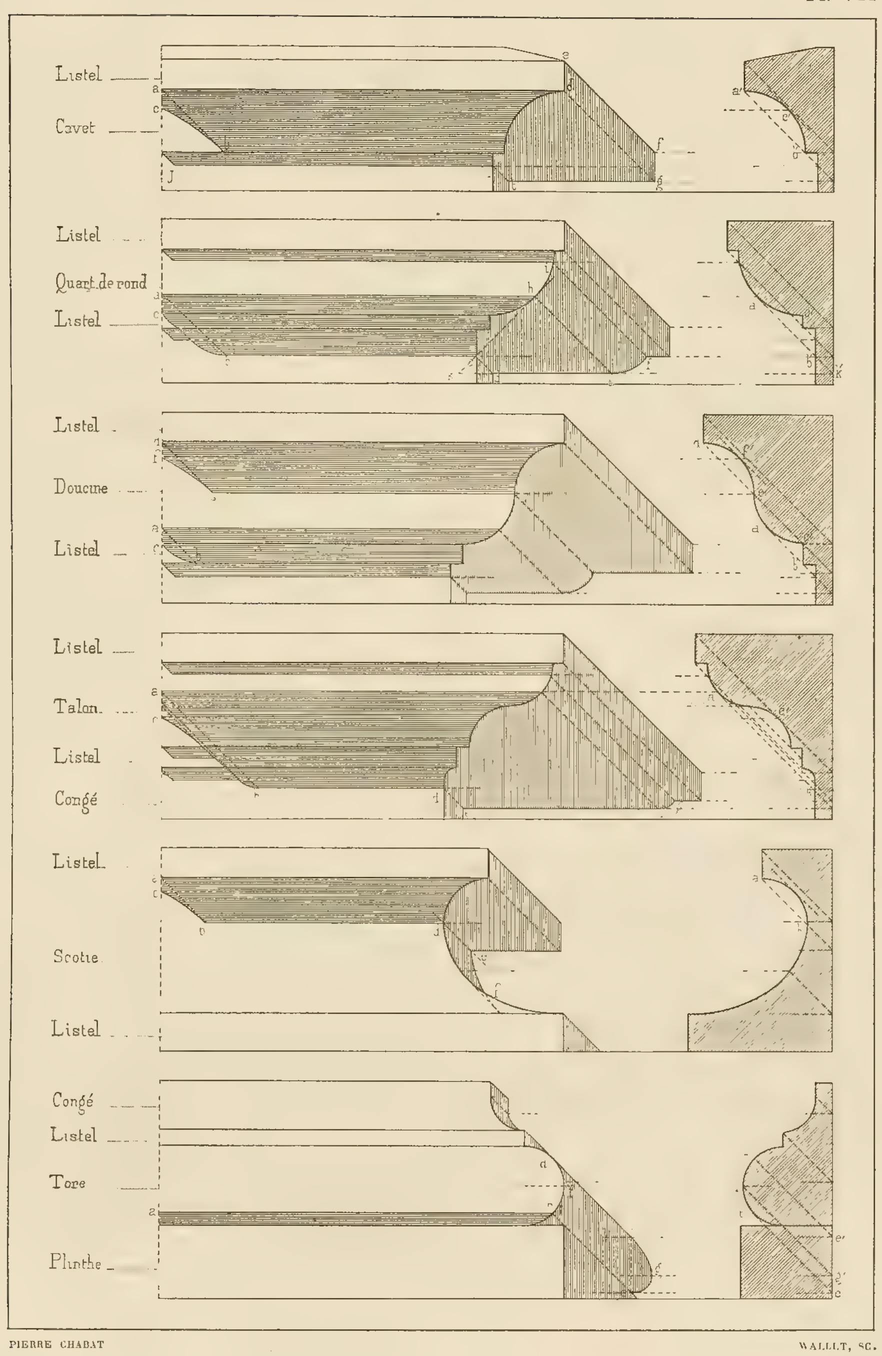
PIERRE CHABAT WALLET, SC

TAILLOIRS



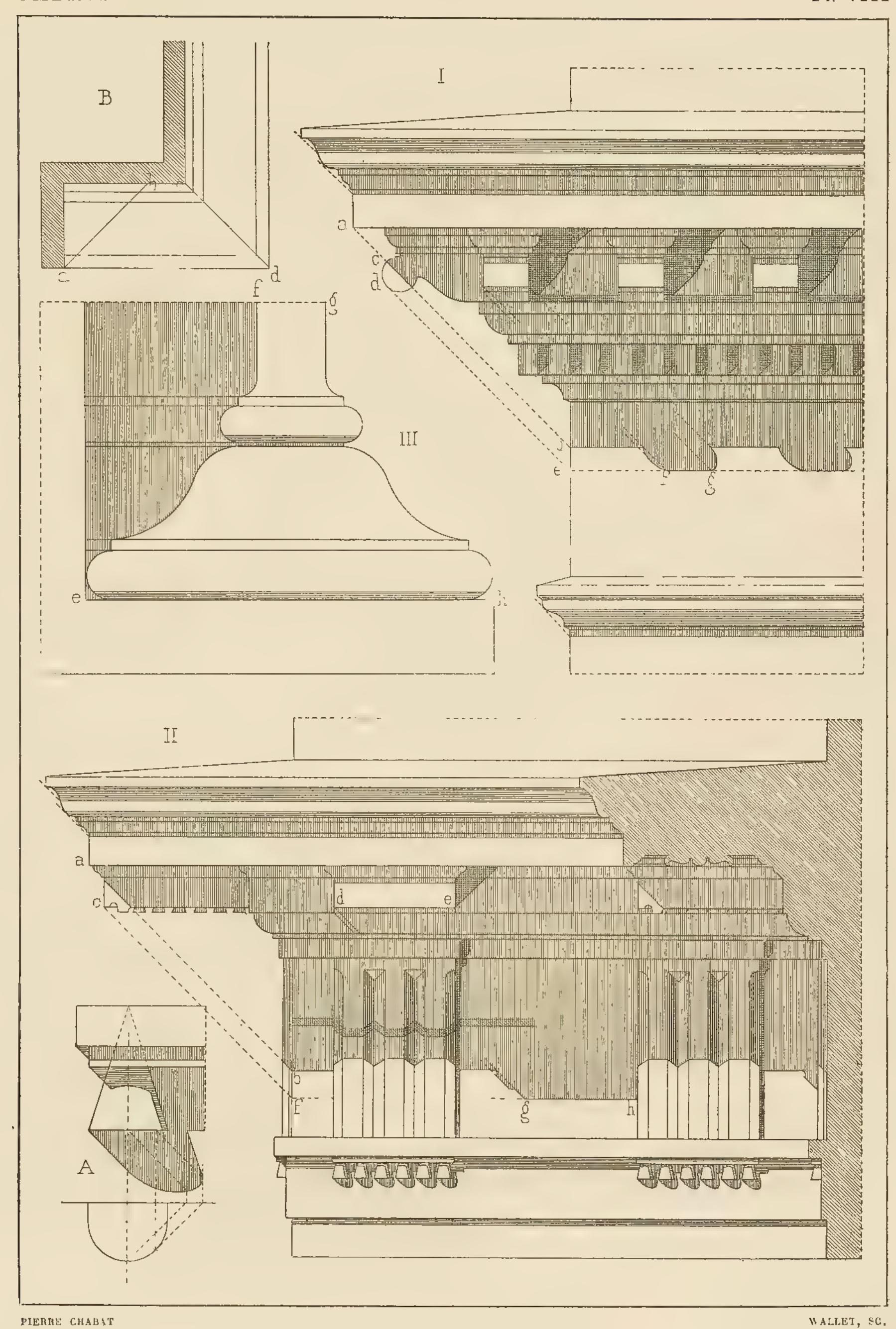
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CYLINDRES



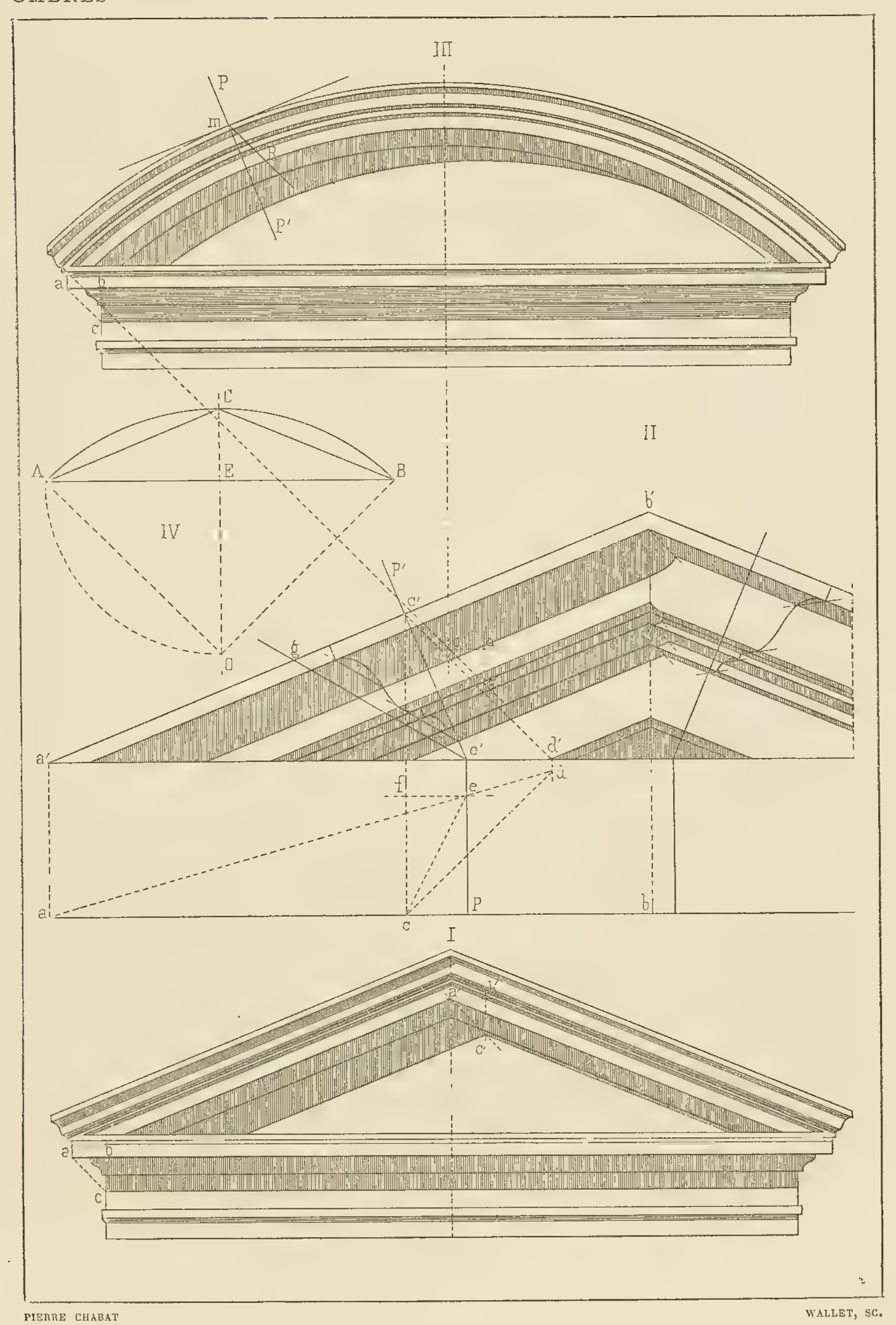
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

MOULURES



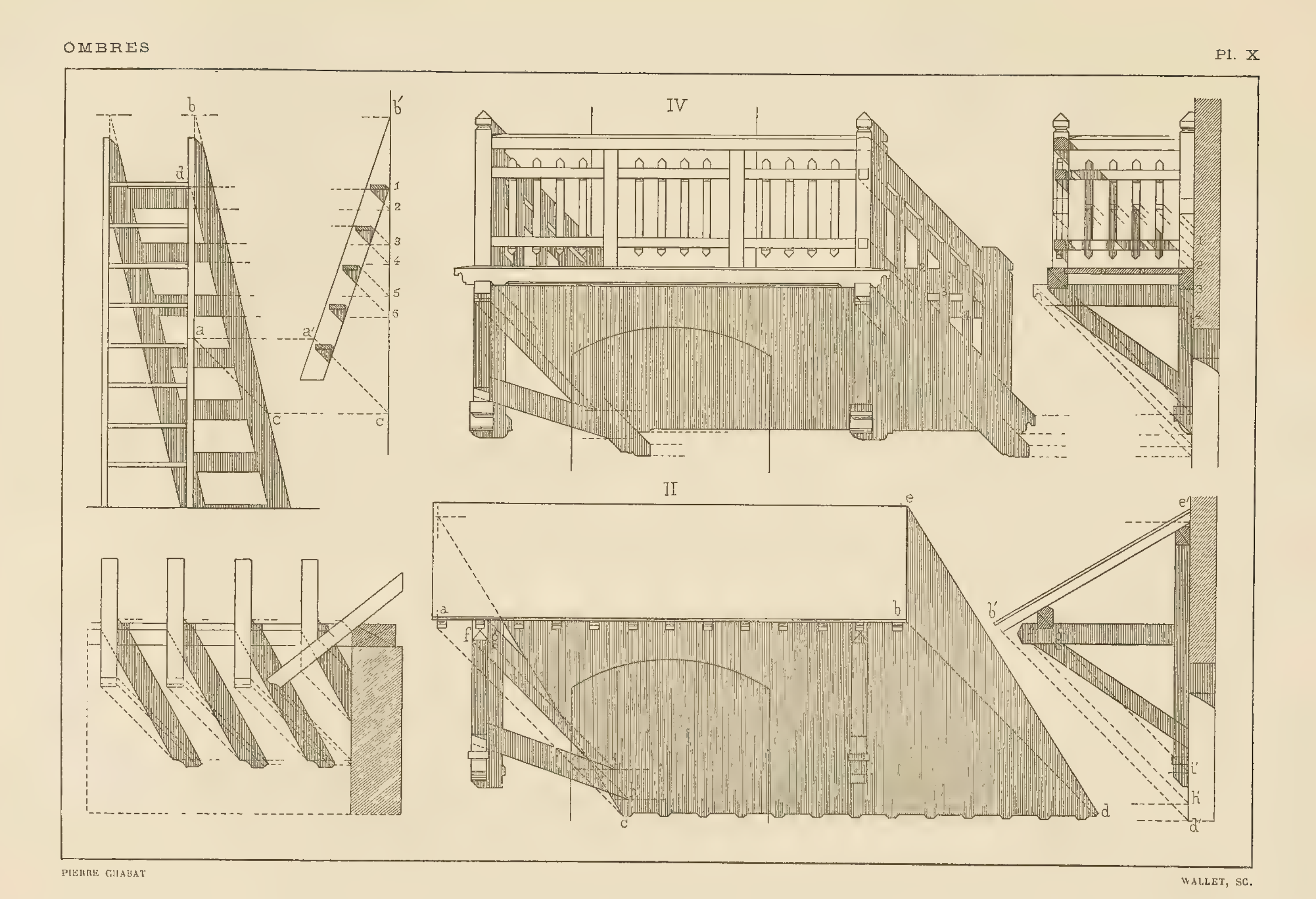
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ENTABLEMENTS



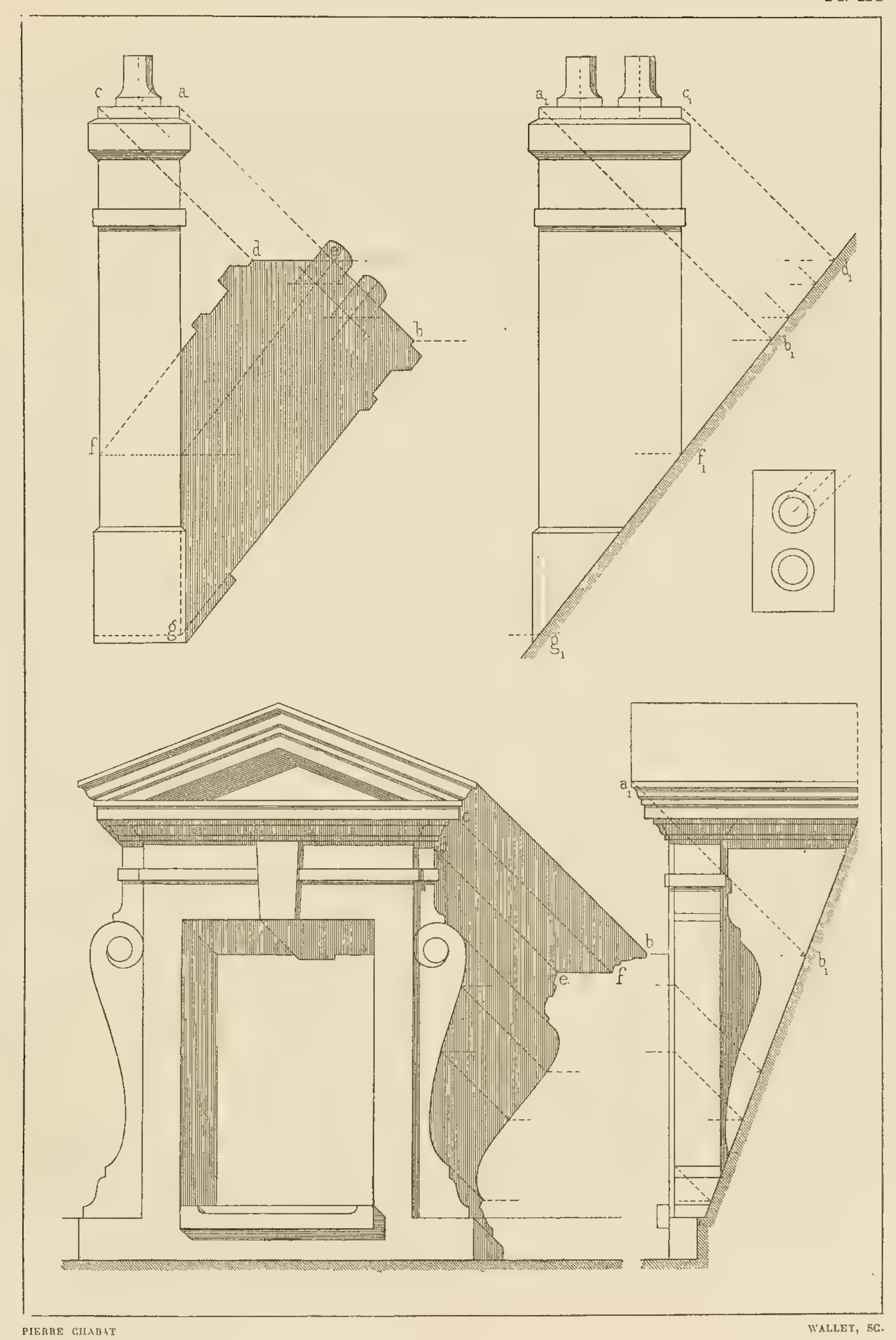
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

FRONTONS



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

BALCON — AUVENT



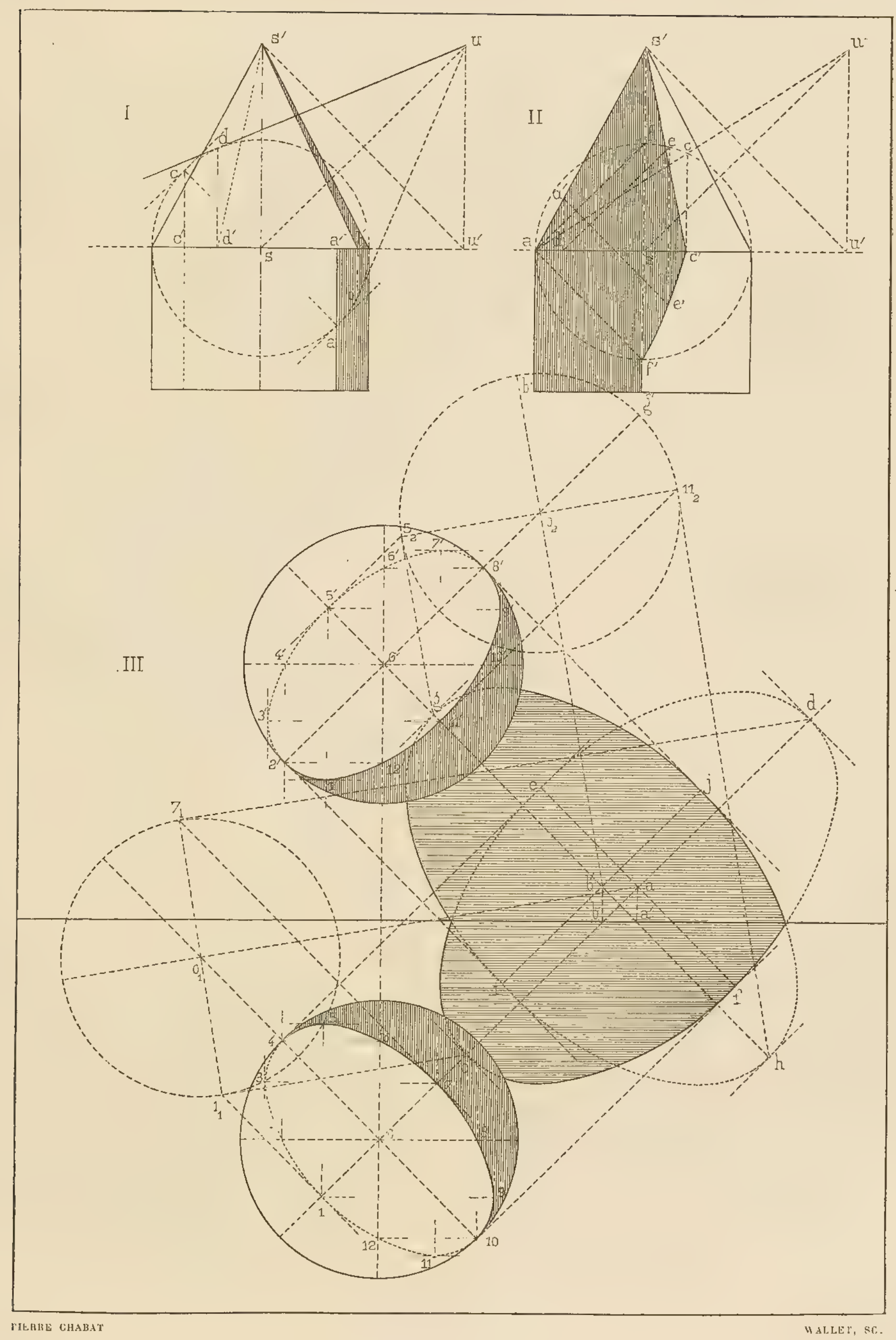
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CHEMINÉE — LUCARNE

PIERRE CHABAT

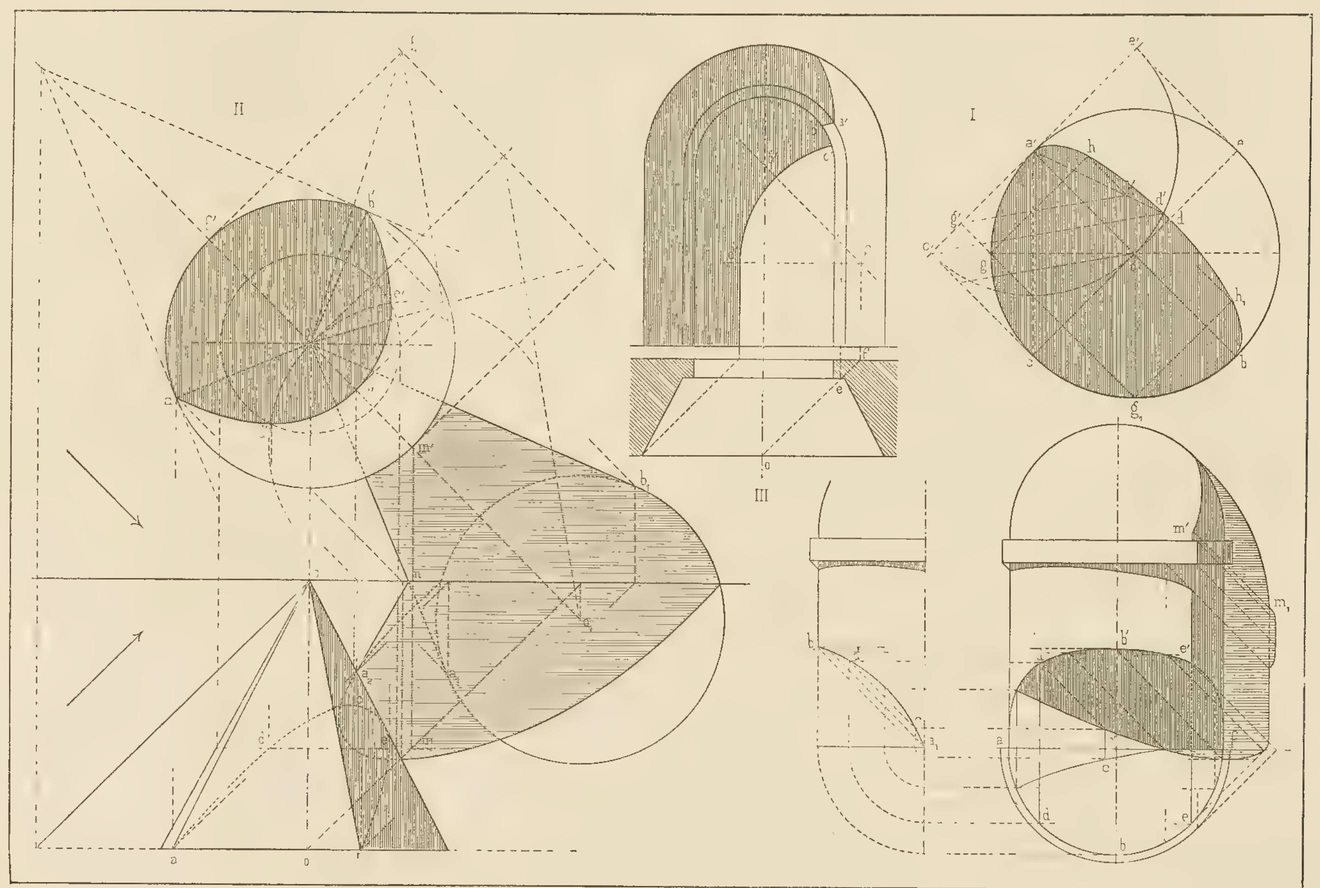
WALLET, SC.

PORTIQUE



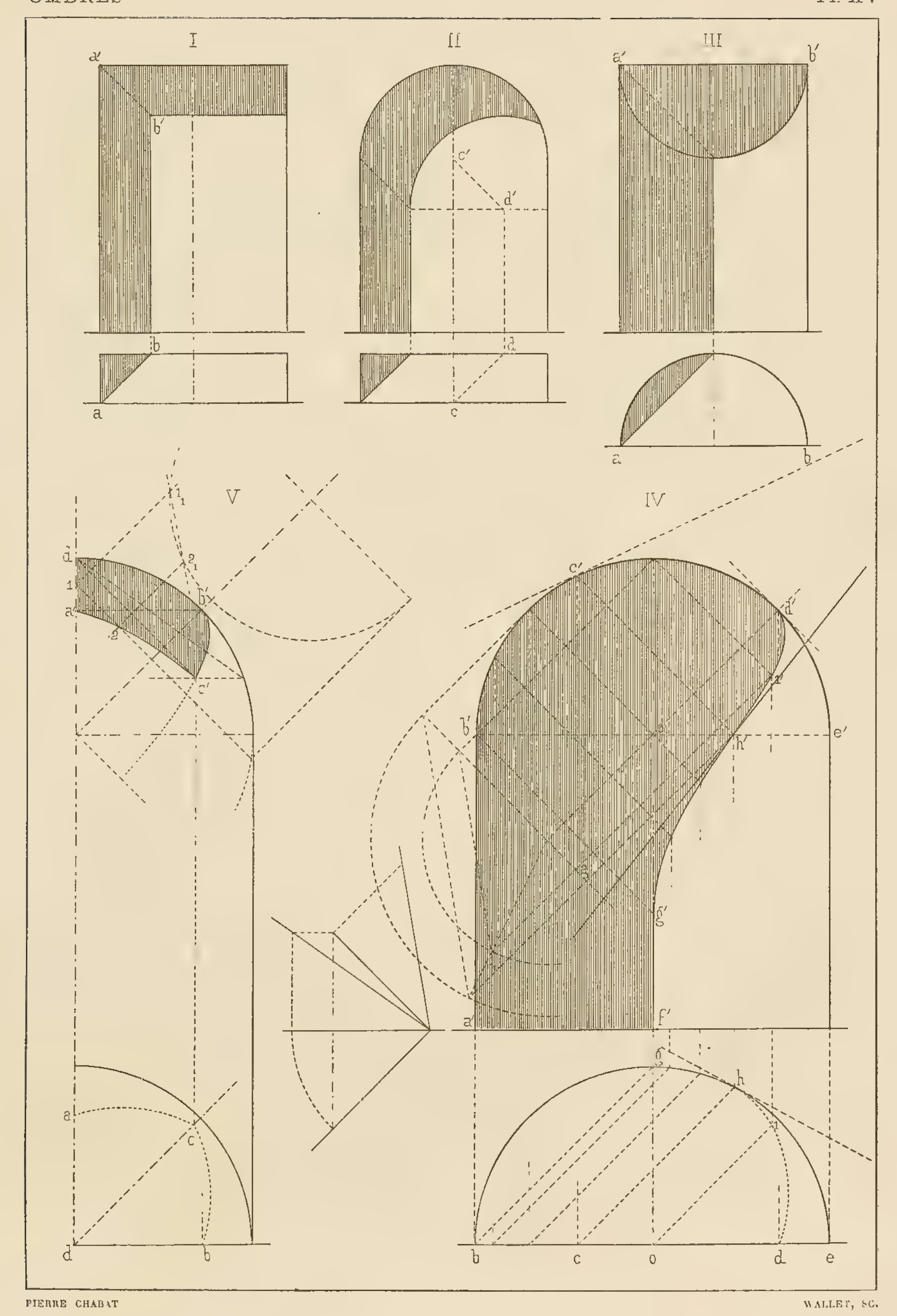
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

SPHÈRE



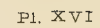
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

SPHÈRE — CÔNE CREUX



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

NICHES

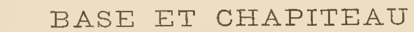


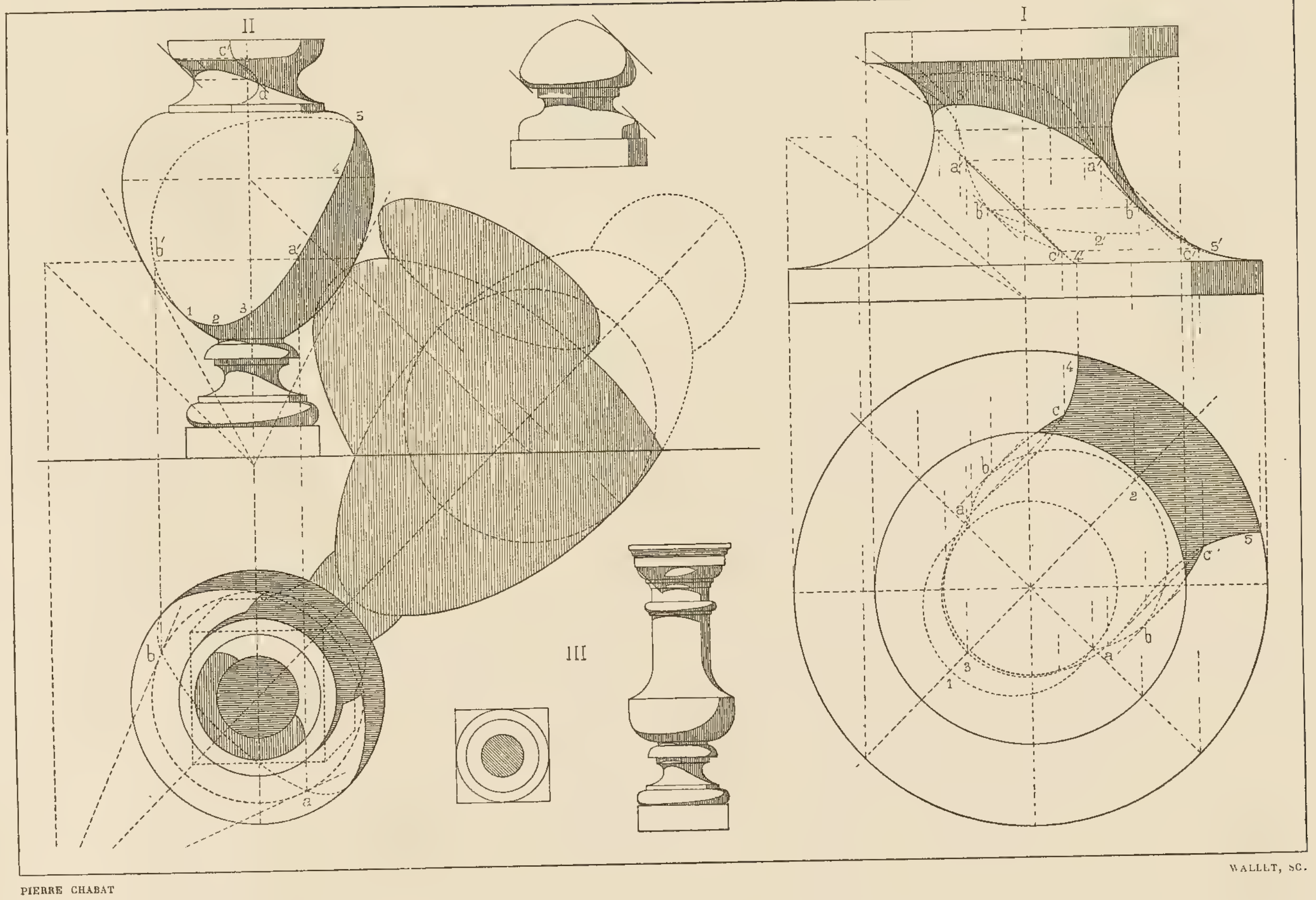
I

II

PIERRE CHABAT

WALLET, SC.

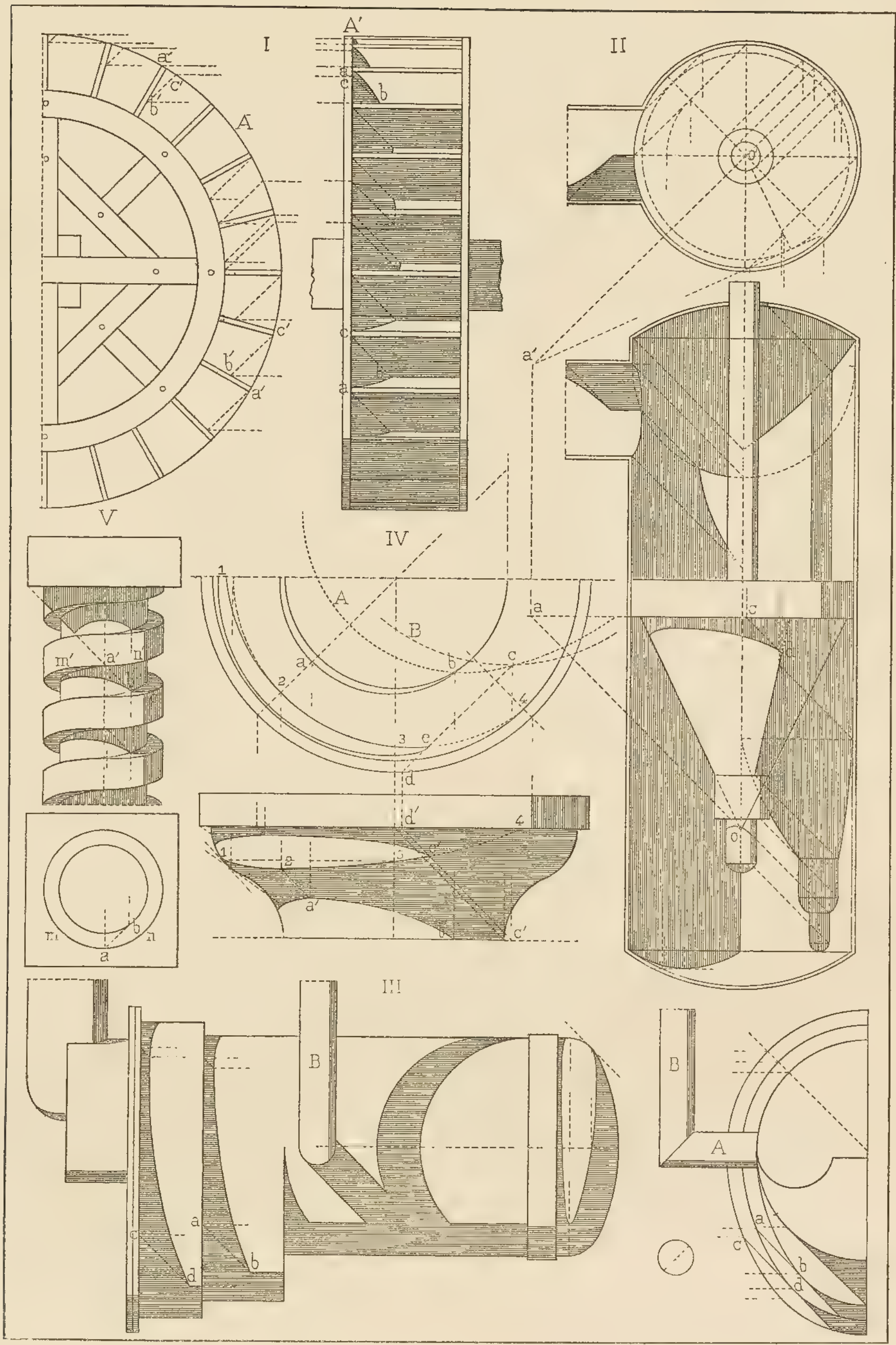




PIERRE CHABAT

WALLET, SC.

SURFACES DE RÉVOLUTION



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

MACHINES

LAVIS

PRINCIPES DE LAVIS

APPLIQUÉS AU DESSIN ARCHITECTURAL

INTRODUCTION

MOULURES

La façade d'un édifice se présente le plus souvent sous la figure d'un plan vertical orné de saillies, qui s'étendent parallèlement à ce plan, et percé d'ouvertures qui se correspondent dans le sens horizontal, aussi bien que dans le sens vertical.

Le plan de la façade s'appelle *nu principal.*

Les saillies reçoivent des dénominations différentes, suivant les positions qu'elles occupent sur la façade.

On distingue les *soubassements, socles, plinthes, cimaises, appuis, attiques, entablements, corniches, bandeaux, cordons, pilastres, chaînes, bossages, champs, tables, cadres, chambranles,* etc. (Voir ces mots dans le *Dictionnaire de construction,* par M. Pierre Chabat.)

Les saillies se composent de faces planes et de faces courbes, dont les intersections, ou *arêtes,* sont tantôt horizontales, tantôt verticales, mais toujours parallèles au nu principal.

Les faces planes parallèles à ce nu sont les plus étendues ; elles portent aussi le nom de *nus* : ainsi on dit le nu d'un pilastre, le nu d'une table. Celles qui sont perpendiculaires aux nus sont des *faces d'épaisseur.* On appelle *pentes* les faces planes obliques au nu principal.

Les faces courbes, ou *moulures,* s'étendent sur les nus ; elles ont pour objet de raccorder la différence de leurs saillies, de les terminer et de les orner.

La réunion de plusieurs moulures, séparées ou non par des faces planes, constitue un *corps de moulures.* Les faces planes qui entrent dans la composition d'un corps de moulures s'appellent *filets* ou *listels ;* elles sont toujours plus étroites que les moulures qu'elles accompagnent.

On dit qu'un corps de moulures est horizontal ou vertical, suivant que ses arêtes sont horizontales ou verticales.

Les ouvertures pratiquées dans une façade reçoivent la dénomination commune de *baies : portes* ou *fenêtres,* suivant leur destination.

Les moulures sont comprises sous des *surfaces cylindriques,* c'est-à-dire telles qu'une droite peut les parcourir dans toute leur étendue en restant parallèle à elle-même. Cette droite mobile, qu'on nomme en géométrie la *génératrice* de la surface, est parallèle à la ligne de terre dans les moulures horizontales, et verticale dans les moulures verticales. Les positions extrêmes de la génératrice d'une moulure se confondent avec ses arêtes.

On nomme *profil* d'une moulure son intersection avec un plan perpendiculaire à la direction de sa génératrice, lequel est dit *plan de profil.* C'est une courbe constante pour chaque moulure.

Suivant que le profil d'une moulure est convexe ou concave, la moulure est elle-même *convexe* ou *concave.* Celle-ci est dite *concavo-convexe,* si son profil présente un point d'inflexion.

Le profil d'une moulure est une courbe qu'on peut tracer à l'aide du compas, telle qu'un arc de cercle ou une suite d'arcs de cercles se raccordant tangentiellement, ou bien une courbe qui ne peut être dessinée qu'à main levée. Dans ce dernier cas, on appelle *centres du profil,* les centres des arcs de cercles avec lesquels il se raccorde sensiblement.

La surface d'une moulure est déterminée par son profil qu'on figure rabattu sur le nu principal, par une rotation dans un sens ou dans l'autre autour de la trace du plan de profil.

Lorsque deux moulures horizontales, de même profil, s'étendent à la même hauteur sur deux murs rectangulaires, leur intersection se projette sur l'un et l'autre mur suivant une courbe identique au profil commun.

Aussi, lorsqu'on considère l'une des projections du système de ces deux moulures, l'on constate que le contour apparent, ou silhouette, du système reproduit leur profil ; ce qui dispense d'en faire le rabattement. On dit alors que les moulures sont *profilées* à gauche ou à droite, suivant la position qu'occupe le profil.

Toutes les moulures employées en architecture se rapportent à un petit nombre de types qui sont caractérisés par leurs profils. (Voir le mot *moulure, Dictionnaire de construction.*)

Nous donnons (Pl. I et II) quelques applications du lavis au dessin architectural.

Dans la planche I, ont été réunies les moulures les plus usitées, savoir : figures 1 et 2, le *cavet* ; figures 3 et 4, le *quart de rond* ; figures 5 et 6, la *doucine* ; figures 7 et 8, le *talon.* Lorsque les moulures sont disposées comme les représentent les figures 1, 3, 5 et 7, on les dit *renversées.*

La planche II offre (fig. 1 et 2) la rencontre de deux moulures de même profil, s'étendant sur un même nu, dont l'une est horizontale et l'autre verticale. Elle présente en outre (fig. 3) un demi-cylindre vertical convexe surmonté d'un parallélipipède rectangle : colonne engagée et tailloir ; et (fig. 4) un demi-cylindre concave reposant sur un parallélipipède rectangle : niche cylindrique avec appui.

ÉCLAIREMENT D'UNE SURFACE

LUMIÈRE DIRECTE ; LUMIÈRE RÉFLÉCHIE

Dans un chapitre précédent, nous nous sommes occupés de la détermination des ombres : ombres propres et ombres portées ; mais la connaissance des limites de ces ombres est insuffisante, si l'on se propose de rendre tous les effets de la lumière solaire sur la surface d'un corps. Ne distingue-t-on pas dans la portion éclairée d'une surface, des parties plus claires les unes que les autres, sans parler des lignes ou points brillants, si la surface est polie ? Et, dans la portion qui est dans l'ombre, des parties plus ou moins sombres ? Nous allons donner l'explication de ces faits, et formuler les lois qui les régissent.

On démontre que chaque unité de la surface éclairée d'un corps, chaque centimètre carré, par exemple, reçoit d'autant plus de lumière qu'il est dans une position moins inclinée sur la direction des rayons éclairants. De sorte que les points les plus éclairés de la surface sont ceux en lesquels le rayon lumineux est normal, et les moins éclairés, ceux de la ligne de séparation d'ombre et de lumière, pour lesquels le rayon lumineux est tangent à la surface. Entre ces deux éclairements extrêmes on en conçoit une infinité se succédant sans gradation sensible.

On appelle *ligne d'égal éclairement*, le lieu géométrique des points qui reçoivent la même quantité de lumière. La figure et la disposition de ces lignes dépendent de la constitution de la surface ; elles déterminent le *modelé dans la lumière.*

Dans les surfaces cylindriques, telles sont celles des moulures droites, la ligne de séparation d'ombre et de lumière et celles d'égal éclairement sont des lignes droites parallèles aux arêtes rectilignes de ces surfaces.

Recherchons, d'autre part, la cause de l'inégale intensité des ombres.

Elle réside dans l'existence de l'atmosphère, qui réfléchit sur les corps une partie de la lumière qu'elle reçoit du soleil. La lumière ainsi réfléchie n'a pas une direction unique comme la lumière directe ; elle se répand au contraire dans tous les sens et avec des intensités différentes, de sorte qu'il est impossible de prévoir, d'une manière rigoureuse, ses effets sur une surface déterminée.

Cependant, on a été conduit par l'observation à admettre :

1° Qu'aucun point d'une surface n'est entièrement privé de lumière réfléchie : le noir absolu n'existe pas ;

2° Que la quantité de lumière réfléchie, reçue par la portion directement éclairée d'une surface, est négligeable par rapport à la lumière directe ;

3° Que la direction principale de la lumière réfléchie, sur la portion d'une surface qui est dans l'ombre propre, est directement opposée à celle des rayons solaires.

Il en résulte que dans l'ombre propre les points les plus sombres sont ceux de la ligne de séparation d'ombre et de lumière, et les moins sombres ceux en lesquels la surface est normale à la direction des rayons solaires ;

4° Que la lumière réfléchie se répand avec une intensité moindre sur les ombres portées que sur les ombres propres, et qu'elle produit sur les premières un éclairement qui est en raison inverse de ce que serait l'éclairement direct, si la cause qui produit l'ombre était supprimée.

On en conclut que les ombres portées sont plus sombres que les ombres propres, et que c'est sur les points les plus éclairés que l'ombre portée est la plus intense.

Dans les surfaces cylindriques, les lignes d'égal éclairement dans l'ombre ont la même direction que dans la lumière ; la manière dont elles se succèdent fait sentir le *modelé dans l'ombre* ou *clair-obscur*.

PERSPECTIVE AÉRIENNE

Un autre effet de l'atmosphère est d'altérer la coloration apparente des objets placés à une grande distance en y associant, à des degrés différents, la sienne qui est bleue. C'est ainsi que les montagnes, vues de loin, paraissent bleues et d'autant plus bleues qu'elles sont plus éloignées. Puisque l'atmosphère agit à la manière d'un écran placé entre l'observateur et l'objet, écran dont l'épaisseur est proportionnée à leur distance, on conçoit qu'un observateur fixe verra sur un objet mobile, qui s'éloigne de lui, les points clairs perdre de plus en plus de leur clarté et les points sombres s'éclairer davantage, jusqu'à ce qu'il cesse de distinguer les lumières des ombres quand l'éloignement est suffisamment grand.

Cet effet est connu sous le nom de *perspective aérienne* ; on peut le résumer ainsi :

« *Les effets d'ombre et de lumière décroissent avec les distances.* »

Dans un même objet on rencontre souvent des plans parallèles, et par conséquent également éclairés, dont les distances inégales à l'observateur donnent lieu d'appliquer le principe qui précède. Il en est de même de deux lignes d'égal éclairement inégalement éloignées.

Cette différence d'éloignement est généralement très petite relativement à la distance de l'observateur, et l'effet aérien, qui en résulte, insensible ; cependant, au lieu de la négliger, on en exagère les conséquences, pour suppléer par la perspective aérienne à la perspective linéaire, qui fait défaut dans le dessin projectif.

PROCÉDÉS DU LAVIS

Après les considérations théoriques qui précèdent, il convient d'indiquer les procédés en usage pour exprimer, dans le dessin, les effets que nous avons analysés.

Ceux que nous allons décrire sont compris sous la dénomination générale de *Lavis*.

Dans le lavis, tel qu'il a été pratiqué sur les exemples que nous donnons, l'on ne tient pas compte de la coloration propre des corps, qui sont supposés blancs ; ils apparaissent comme tels dans les parties les plus éclairées, et gris plus ou moins foncés dans les autres.

Les tons gris résultent de l'application de teintes d'encre de Chine dissoute dans l'eau, et les blancs sont constitués par des réserves faites sur le papier.

Lorsqu'on veut rendre la coloration d'un corps, on combine les teintes d'encre de Chine avec des teintes colorées.

Le Lavis s'exécute à *teintes fondues* ou à *teintes plates*.

LAVIS A TEINTES FONDUES

Dans la première manière, il suffit de connaître la ligne de séparation d'ombre et de lumière, la ligne d'éclairement maximum dans la lumière, et celle d'obscurité minimum dans l'ombre propre ; et, en outre, les limites des ombres portées, s'il en existe. Ces déterminations faites, on procède comme il suit.

Une première teinte grise est posée sur les ombres propres et sur les ombres portées, de telle façon qu'elle ait la même intensité dans toute son étendue ; en un mot, ce doit être une *teinte plate*.

La même teinte est ensuite employée en mélange avec une teinte plus foncée. Partant de la ligne la moins sombre de l'ombre propre, on l'étend vers la ligne de séparation d'ombre et de lumière, en augmentant incessamment son intensité par des additions de la teinte foncée ; à partir de la ligne de séparation, la teinte est conduite vers celle du plus grand éclairement dans la lumière, en étant éclaircie par des additions d'eau de plus en plus abondantes, jusqu'à être raccordée avec le blanc du papier dans le voisinage de cette ligne. Il n'est pas tenu compte dans la seconde opération des ombres portées. Pour rendre ces dernières on fait usage d'une teinte dont la valeur doit être celle de la partie la plus noire du dessin ; on la pose en l'éclaircissant avec de l'eau, ou mieux avec une teinte grise moins foncée, depuis la ligne la plus sombre de l'ombre portée jusqu'à la limite de cette ombre. Les teintes dont on fait usage dans les deux dernières opérations s'appellent *teintes fondues*.

Il est rare que le résultat obtenu, après les trois opérations que nous venons d'indiquer, soit satisfaisant ; des retouches sont le plus souvent nécessaires. On les exécute avec des teintes fondues convenablement dégradées.

Le lavis à teintes fondues est d'une exécution difficile, si l'on n'a pas sous les yeux un modèle en relief ou dessiné à l'effet ; en tous cas, il réclame une certaine habileté pour être bien appliqué. Mal exécuté, il déforme les surfaces ; aussi, nous ne conseillons pas aux commençants d'en faire usage.

LAVIS A TEINTES PLATES

Dans le lavis à teintes plates on suppose que la portion de la surface à représenter, qui est comprise entre deux lignes d'égal éclairement, est remplacée par une face plane. (Nous n'avons en vue ici que les surfaces cylindriques.)

Considérant alors que toutes les unités superficielles d'un même plan sont également éclairées — directement ou par réflexion — et que le degré d'éclairement d'un plan varie avec son orientation, on conclut que les différentes faces planes, dont l'ensemble est substitué à la surface courbe, doivent recevoir des teintes plates, mais d'intensités différentes.

Il s'agit de déterminer l'étendue de ces faces planes et la valeur de la teinte que doit recevoir chacune d'elles.

EMPLOI DU TEINTOGRAPHE

DÉTERMINATION DES ZONES ET DES VALEURS

Plusieurs méthodes ont été proposées pour résoudre ce double problème ; nous avons adopté celle qui est due à M. L. Denise, à cause de sa simplicité et du but spécial pour lequel elle a été conçue : le dessin architectural.

La décomposition de la projection d'une surface cylindrique convexe ou concave, comme sont celles des moulures employées en architecture, en faces planes également éclairées, qu'on nomme *zônes d'égale teinte*, s'effectue à l'aide d'un instrument spécial, dit *Teintographe*, qu'on applique sur le profil de la moulure.

Les zônes dans la lumière, ou *zônes positives*, sont au nombre de six ; elles sont désignées par les chiffres + I, + II, + III, + IV, + V, + VI.

La zône + VI est la plus claire ; et la moins claire est la zône + I, qui est située dans le voisinage de la ligne de séparation d'ombre et de lumière qu'on appelle *ligne zéro*.

Les zônes d'ombre propre ou *zônes négatives*, sont au nombre de quatre; ce sont les zônes — I, — II, — III, — IV.

La première, qui est la plus sombre, tient à la zône positive + I par la ligne zéro.

Enfin, les zônes claires, ou portions de ces zônes, qui sont comprises dans les ombres portées, se désignent par les chiffres correspondant à ces zônes, qu'on souligne.

On dira donc la zône plus deux (+ II), la zône moins trois (— III), ou bien la zône plus quatre souligné (+ IV).

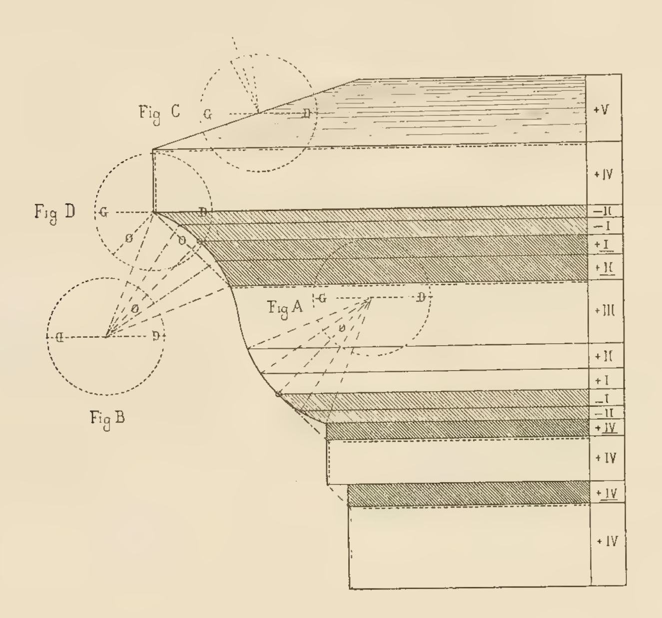
Le *Teintographe* consiste en un cercle en corne sur lequel est tracé un diamètre G D, et dont la circonférence porte des divisions chiffrées.

Le diamètre perpendiculaire à G D partage le cercle en deux parties symétriques : celle de gauche G doit être employée lorsque les moulures sont profilées à gauche ; et celle de droite D, dans le cas de moulures profilées à droite.

On applique indifféremment le Teintographe aux moulures horizontales et aux moulures verticales.

Nous exposerons l'usage à faire de l'instrument pour déterminer sur les moulures horizontales : 1° les limites des zônes d'égale teinte et leurs valeurs ; 2° les valeurs des plans, nus ou pentes, qui les accompagnent ; 3° les limites des ombres portées dans le cas fréquent où ces lignes sont parallèles aux arêtes de la surface. Nous indiquerons ensuite comment les mêmes procédés peuvent être appliqués aux moulures verticales.

La figure ci-dessous représente une doucine horizontale comprise entre deux listels et surmontée d'une pente ; la moulure est profilée à gauche. Les positions du Teintographe dans ses applications diverses ont été dessinées à échelle réduite (fig. A, B, C et D).



Le Teintographe est placé sur le profil de telle façon que son centre coïncide successivement avec tous ceux du profil, et la ligne G D, avec les horizontales qui passent par ces points. Selon que l'arc est convexe ou concave, la lettre G doit se lire à gauche ou à droite (fig. A et B).

Dans chacune de ces positions du Teintographe, on reporte sur le dessin les points de division compris entre les rayons extrêmes de l'arc considéré; puis, ayant enlevé l'instrument, on joint les points ainsi obtenus au centre correspondant par des droites, dont les intersections avec l'arc servent à tracer des horizontales entre lesquelles sont comprises les *zônes d'égale teinte*.

La valeur de chaque zône est indiquée par le chiffre et le signe que porte la division correspondante de l'instrument. Cette indication doit être écrite en marge du dessin à l'extrémité de la zône.

Les rayons 0 de l'instrument fournissent sur le profil les traces des lignes zéro ou *points zéro*.

L'*éclairement d'un plan* s'obtient très simplement, à l'aide du Teintographe.

A cet effet, ayant élevé une perpendiculaire quelconque au profil du plan considéré, l'on place l'instrument comme s'il s'agissait d'une moulure convexe, en faisant coïncider son centre avec le pied de la perpendiculaire (fig. C.)

La division qui comprend la partie extérieure de la perpendiculaire donne la valeur du plan.

Une seule opération suffit pour deux faces planes adjacentes, si l'on place le centre de l'instrument au point d'intersection de leurs profils.

Les valeurs des plans sont positives ou négatives ; elles correspondent à celles des zônes d'égale teinte qui leur sont parallèles.

Les *plans de front*, c'est-à-dire parallèles au nu principal, ont pour valeur + IV.

Le Teintographe peut encore être employé à la détermination des *ombres portées* par les lignes de séparation d'ombre et de lumière horizontales, telles que les arêtes des moulures et des plans et les lignes zéro des moulures. A l'aide d'une seule opération on reconnaît si une de ces lignes est séparative d'ombre et de lumière, et l'on détermine l'ombre portée correspondante.

L'instrument est placé de telle sorte que son centre coïncide successivement avec chacun des sommets et avec chacun des points zéro du profil, la ligne G D étant maintenue horizontale et la lettre G lue à gauche (fig. D).

Dans chacune de ces positions, en commençant par celle qui correspond au point le plus haut, on distingue si, immédiatement au-dessous de la ligne G D, le profil est à l'intérieur ou à l'extérieur de l'angle droit formé par les rayons 0 de l'instrument.

Dans le premier cas, on conclut que la ligne. dont la trace coïncide avec le centre du teintographe, n'est pas une ligne de séparation d'ombre et de lumière et, partant, ne donne pas d'ombre portée. On passe alors à la position suivante.

Dans le second cas, on marque sur le dessin l'extrémité du rayon 0 (celui de gauche pour un profil à droite, et celui de droite pour un profil à gauche). Puis, l'instrument ayant été enlevé, on joint le point obtenu à la trace sur laquelle on opère, par une droite dont l'intersection avec le profil est un point de l'horizontale, ombre portée de la ligne considérée.

Les zônes positives et les plans positifs, compris entre les ombres portées ainsi obtenues et les lignes de séparation d'ombre et de lumière qui les ont fournies, sont dans *l'ombre portée*. Les chiffres qui expriment leurs valeurs sont soulignés.

En passant d'un point à un autre sur le profil, on doit négliger ceux qui sont les traces de lignes comprises dans les ombres portées déjà obtenues.

On remarquera que, dans les figures 1, 3, 5 et 7 de la planche I, les ombres portées ne s'étendent que sur une partie de chaque zône positive, tandis que dans les figures 2, 4, 6 et 8 de la même planche, les ombres portées ont toute l'étendue de ces zônes.

L'ombre est portée, dans les premières, par une droite verticale située dans le plan du listel inférieur, et, dans les secondes, par l'arête inférieure du listel qui les couronne.

MOULURES VERTICALES

Les arêtes et les génératrices de ces moulures sont verticales; leurs profils sont rabattus sur le nu principal, soit au-dessus, soit au-dessous des traces des plans de profil qui sont horizontaux (fig. 1 et 2, pl. II).

Ces moulures sont rarement profilées.

Dans les exemples que nous donnons — rencontre d'une moulure verticale et d'une moulure horizontale de même profil — l'intersection des deux moulures est une courbe projetée suivant une droite inclinée à 45°; cette courbe, qui diffère du profil, est dite une *coupe d'onglet.*

Les questions, qui ont été résolues sur les surfaces à arêtes horizontales, comportent les mêmes procédés lorsque les surfaces sont verticales. Il suffit, pour appliquer ces procédés, de considérer les arêtes et les génératrices verticales comme étant horizontales; les profils rabattus au-dessous des traces de leurs plans, comme des profils à gauche, et ceux rabattus au-dessus, comme des profils à droite.

En effet, il résulte de la direction supposée aux rayons solaires que, si, après avoir projeté cette direction sur un plan de profil d'une moulure verticale, on fait tourner celle-ci de gauche à droite, jusqu'à ce qu'elle soit parallèle à la ligne de terre, la projection de la direction des rayons éclairants sur la nouvelle position du plan de profil coïncide avec la nouvelle position de la projection primitive.

Deux moulures verticales ou horizontales de même profil sont éclairées de la même manière ou différemment, suivant que les projections du rayon éclairant sur leurs plans de profil ont la même direction ou des directions différentes par rapport aux positions du profil commun (fig. 1 et 2, pl. II).

C'est ainsi que les moulures horizontales de la planche I, qui ont deux à deux le même profil, sont éclairées différemment.

EXÉCUTION DU LAVIS

FORMATION DES TEINTES

Il reste à indiquer la manière de composer les teintes et l'étendue à donner à chacune d'elles.

Le procédé qui peut paraître le plus simple consisterait à former quinze teintes graduées dont cinq pour les zônes dans la lumière (le blanc du papier donne la valeur de la zône + VI), quatre pour celles dans l'ombre propre et six pour les zônes qui reçoivent des ombres portées; et à poser chaque teinte dans les limites de la zône correspondante en commençant soit par la teinte la plus claire, soit par la plus foncée.

Mais outre que ce nombre de teintes est considérable, il y aurait inconvénient, sinon impossibilité, à procéder comme il vient d'être dit. En effet, si l'on essaie de juxtaposer deux teintes, on s'aperçoit que le moindre écartement laissé entre elles produit un filet blanc; et l'on obtient au contraire un filet foncé, si la seconde teinte a recouvert, si peu que ce soit, la première. Ce dernier fait tient à ce que les teintes employées n'étant ni complètement opaques, ni parfaitement translucides, une teinte superposée à une autre l'altère sans s'y substituer, contrairement à ce qui a lieu dans la peinture à l'huile.

La superposition de deux teintes a pour effet de produire une valeur plus sombre que celles des teintes employées, quelles qu'elles soient.

Il serait trop long d'exposer ici les lois qui régissent la superposition des teintes, nous dirons seulement :

1° Que la superposition de deux teintes égales produit une modification relative d'autant plus grande, que les teintes sont plus claires ;

2° Qu'une teinte quelconque, posée simultanément sur une teinte claire et sur une teinte sombre, assombrit davantage la première que la seconde.

C'est d'après ces considérations et à la suite de nombreux essais, que les règles que nous allons donner ont été établies.

Les teintes d'encre de Chine, au nombre maximum de douze, comprennent six *teintes claires* et six *teintes sombres* ; les premières sont seules employées quand le dessin ne comporte pas d'ombre portée.

Une même teinte, dite *initiale,* sert de point de départ à chacune des deux séries. La valeur de cette teinte est donnée approximativement par le ton du caoutchouc employé dans la confection des gommes à effacer.

Les teintes claires s'obtiennent en additionnant d'eau la teinte initiale ; on les compose de la manière suivante :

On prend cinq parties de la teinte initiale qui porte le n° 1 ; on y ajoute une partie d'eau pour avoir la teinte n° 2 ; puis en ajoutant deux parties d'eau à la teinte n° 2, trois parties à la teinte n° 3, quatre parties à la teinte n° 4, et cinq parties à la teinte n° 5, on obtient successivement les teintes n° 3, n° 4, n° 5 et n° 6.

Une partie est la contenance d'un fort pinceau.

On peut ne pas tenir compte de la quantité dépensée de chaque teinte, et faire usage d'un seul godet dans lequel on fait successivement les additions d'eau indiquées.

Les teintes sombres dérivent de la teinte initiale qui est la moins sombre des six teintes de la série, et qu'on désigne par le n° 1. La teinte n° 2 est obtenue en fonçant légèrement la teinte n° 1 ; puis on forme chacune des teintes suivantes en fonçant la précédente, d'autant plus, qu'on s'éloigne davantage de la teinte initiale.

La teinte n° 6 est la teinte la plus sombre.

ÉTENDUE DES TEINTES

Le tableau ci-dessous fait connaître dans quel ordre les teintes doivent être posées et les zônes que chacune doit recouvrir :

DÉSIGNATION DES TEINTES		DÉSIGNATION DES ZONES A RECOUVRIR PAR CHACUNE DES DOUZE TEINTES
TEINTES CLAIRES	1	— IV — III — II — I + $\underline{I}$ + $\underline{II}$ + $\underline{III}$ + $\underline{IV}$ + $\underline{V}$ + $\underline{VI}$
	2	. . . . — I + I
	3	. . . . — II — I + I + II
	4	. . . — III — II — I + I + II + III
	5	. . . . — II — I + I + II + III + IV
	6	. . . . — I + I + II + III + IV + V
TEINTES SOMBRES	1	. . . . + $\underline{I}$ + $\underline{II}$ + $\underline{III}$ + $\underline{IV}$ + $\underline{V}$ + $\underline{VI}$
	2	. . . . + $\underline{II}$ + $\underline{III}$ + $\underline{IV}$ + $\underline{V}$ + $\underline{VI}$
	3	. . . . + $\underline{III}$ + $\underline{IV}$ + $\underline{V}$ + $\underline{VI}$
	4	. . . . + $\underline{IV}$ + $\underline{V}$ + $\underline{VI}$
	5	. . . . + $\underline{V}$ + $\underline{VI}$
	6	. . . . + $\underline{VI}$

OBSERVATIONS SUR LA POSE DES TEINTES

Terminons par quelques observations sur l'application des teintes.

1° Les plans reçoivent les mêmes teintes que les zônes de même valeur.

2° Sur les plans de front éclairés, on ménage des filets blancs, dits *filets de lumière*, le long des arêtes qui les séparent de faces d'épaisseur éclairées.

3° Les ombres portées sur les plans de front sont dégradées vers le sol, lorsqu'elles ont une grande étendue. On les exécute alors en teintes fondues.

4° Lorsque les plans obliques s'étendent sur une grande profondeur, on les rend en teintes fondues. Ils reçoivent des teintes qui se dégradent en se rapprochant ou en s'éloignant de l'observateur, suivant que les plans sont dans la lumière ou dans l'ombre. Dans tous les cas, la valeur normale du plan doit se rencontrer dans la partie la plus rapprochée.

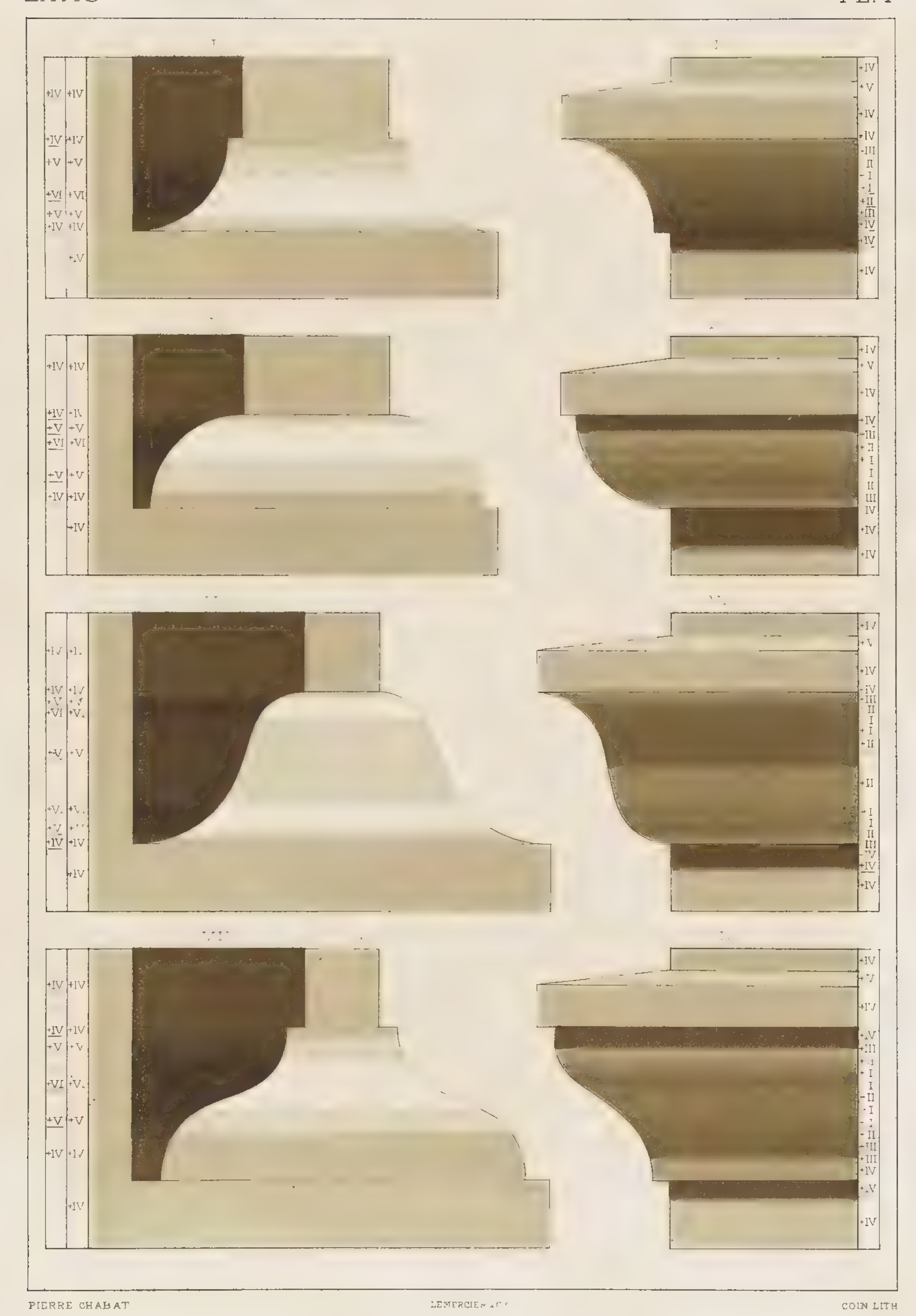
5° On fait sentir la différence d'éloignement de deux plans parallèles et de même valeur en fonçant le plus éloigné ou le plus rapproché, selon qu'ils sont dans la lumière ou dans l'ombre. La même observation est applicable aux zônes d'égale valeur.

Cette opération n'est exécutée qu'après la pose des teintes normales.

6° Le contour d'une ombre portée sur une surface éclairée est cerné d'un filet gris, dit *filet de pénombre*, qu'on obtient en étendant la première teinte sombre un peu au-delà du contour de l'ombre sur la surface.

7° Dans le lavis en couleur, les teintes claires n° 5 et n° 6 sont composées dans le ton de la pierre (ocre jaune et terre de Sienne brûlée) et les teintes sombres sont additionnées de bistre. La teinte n° 5 doit alors être étendue sur la zône — III ; et la teinte n° 6, sur les zônes — III et — IV. De sorte que la zône + VI est la seule qui ne reçoive pas de teinte de couleur.

8° Les baies reçoivent des teintes fondues dégradées vers le bas, d'une valeur générale voisine de celle des ombres portées.



PIERRE CHABAT LEMERCIER COIN LITH

MOULURES HORIZONTALES

III

I

II

PIERRE CHABAT

LEMERCIER & Cie

COIN LITH.

MOULURES VERTICALES

PERSPECTIVE

PERSPECTIVE

PRINCIPES GÉNÉRAUX

La perspective a pour but de donner sur une surface plane ou courbe, nommée le tableau, une image des objets situés à une certaine distance de ce tableau, telle que le spectateur reçoive de cette image, la même impression que s'il avait sous les yeux les objets réels.

Lorsque le tableau est plan, on obtient naturellement des images planes, telles que tableaux, dessins, etc.

On emploie quelquefois des surfaces courbes comme tableau ; ainsi, les panoramas sont des vues tracées sur une surface cylindrique.

La forme des objets et leur degré de coloration sont deux choses bien différentes au point de vue de la représentation de ces objets. Cette représentation n'est vraiment complète qu'autant que l'on tient compte de ces deux aspects qui fournissent deux genres de perspectives : la perspective linéaire qui a pour but de représenter, par un trait, les arêtes et les contours des corps considérés, et la perspective aérienne qui traite les ombres et les couleurs de ces corps, suivant leur degré d'éloignement.

Nous n'étudierons, dans ce traité, que la perspective linéaire.

Les deux yeux, on le sait, fonctionnant comme s'il n'y en avait qu'un seul réduit à un point géométrique, le centre optique du cristallin. Tous les rayons visuels partant de l'œil et allant aux divers points des objets, passent par ce centre optique pour aller faire leur image sur la rétine ; par conséquent, si sur leur trajet on interpose une surface déjà nommée le tableau, et si nous prenons le recoupement de cette surface quelconque avec les rayons visuels, l'impression produite sur la rétine, par l'ensemble de ces recoupements et par les objets réels, sera évidemment la même.

La solution géométrique du problème serait donc de prendre les intersections des rayons visuels avec la surface du tableau.

PLANCHE I

DÉFINITIONS — ÉPURE — TABLEAU
POINT DE DISTANCE

Le *tableau* T (fig. I) est généralement plan et vertical ; il est supposé limité par quatre côtés appelés le bord droit, le bord gauche, le bord supérieur et le bord inférieur ou *ligne de terre* X Y, ce dernier étant la base par laquelle il repose sur le sol, supposé plan et horizontal, et appelé le *géométral* G.

La position de l'œil O dans l'espace, est le *point de vue* ; sa hauteur O *o'*, au-dessus du géométral, est dite *hauteur d'horizon;* le plan horizontal mené par le point de vue, prend le nom de *plan d'horizon* et son intersection H H' avec le tableau, celui de *ligne d'horizon* ; le pied P de la perpendiculaire abaissée de O sur le tableau, est le *point de fuite principal*; ce point est aussi appelé *point de vue principal.*

La position d'un point de l'espace est déterminée si on connaît sa position par rapport à trois plans coordonnés quelconques; en perspective, ces trois plans sont: le géométral, le tableau et un plan vertical normal ou oblique au tableau.

La perspective d'une droite *a* (fig. I) est une droite A, comme il est facile de le démontrer.

On l'obtient en prenant la perspective de deux de ses points et, parmi ceux-ci, on en choisit deux spéciaux :

1° Le point *b* où la droite perce le tableau : ce point est à lui-même sa perspective ;

2° Le point de fuite F de la direction considérée, c'est-à-dire la perspective d'un point de la droite situé à l'infini.

On obtient ce point de fuite en menant un rayon visuel allant rencontrer la droite à l'infini ou, pour mieux dire, lui étant parallèle, et en prenant son intersection avec le tableau.

Pour toutes les droites horizontales, ce rayon visuel parallèle à la droite, étant dans le plan d'horizon, son intersection avec le tableau ou point de fuite, est toujours sur la ligne d'horizon.

Il résulte encore de ce qui précède, que toutes les droites parallèles auront un même point de fuite. Un point de fuite quelconque définit donc, avec la position de l'œil, non pas une droite en particulier, mais un ensemble de droites parallèles, c'est-à-dire une direction.

Pour représenter géométriquement et exactement un objet en perspective, il est d'abord nécessaire de figurer, à une échelle réduite, ses dimensions exactes en tous sens et sa position par rapport au spectateur et au tableau.

Cette représentation se fait à l'aide d'une projection de l'objet sur trois plans coordonnés rectangulaires.

La projection horizontale s'appelle le plan.

La projection verticale de front s'appelle élévation de face ou façade.

La projection de profil a reçu le nom de face latérale ou coupe.

L'ensemble de ces trois dessins, généralement indispensable pour connaître l'objet, s'appelle l'épure (fig. II) ; c'est sur l'épure qu'on exécutera les constructions nécessaires.

Par opposition à l'épure, on appellera tableau (fig. III) le résultat de la représentation perspective des objets dont l'épure donne les divers éléments et leurs dimensions.

Soit dans l'épure (fig. II) o' la projection de l'œil, $o' o_1$ la hauteur d'horizon donnée en rabattement, X Y la trace du tableau, a la droite considérée.

Remarquons que X Y et o' déterminent ce que l'on appelle l'angle optique ou le champ de la perspective ; il est généralement tel que la distance du point o' à X Y est comprise entre 1 fois 1/2 et 2 fois 1/2 cette grandeur X Y du tableau ; cet angle optique varie de 25° à 35°.

D'après ce qui a été dit plus haut, la perspective de la droite s'obtiendra en prenant la perspective de deux quelconques de ses points, parmi lesquels nous avons choisi le point b ou sa trace au tableau, et son point de fuite.

Traçons donc le tableau (fig. III) dont la largeur sera X Y et dans lequel la ligne d'horizon H H', parallèle à X Y, est distante d'elle d'une quantité égale à la hauteur $o' o_1$ de l'œil, au-dessus du géométral.

Pour placer le point b sur le tableau, remarquons que la droite a étant située dans le géométral, le point b se trouvera sur X Y, sur le tableau ; il suffira donc de porter sur X Y le point b à une distance bo du point o, égale à bo de l'épure.

Pour obtenir la perspective du point de la droite a, situé à l'infini, il suffira de le joindre à l'œil du spectateur, c'est-à-dire, de mener par le point o' une parallèle o' F à la droite a, et de reporter sur la ligne d'horizon, à partir d'un point quelconque servant de repère, l'intersection F de cette parallèle et du tableau, prise sur l'épure.

Nous avons porté sur le tableau le point F à une distance du point P principal, égale à oF de l'épure.

En effet, la ligne a étant dans le géométral et par conséquent horizontale, sa parallèle o'F sera dans le plan d'horizon ; le point F sur le tableau se trouvera quelque part sur H H'. Ce point F se nomme le point de fuite de la droite a et, comme nous l'avons dit plus haut, celui de toutes ses parallèles.

On conçoit dès lors qu'il sera facile de mettre en perspective un point quelconque du géométral, en faisant passer par ce point deux droites quelconques et en obtenant leur perspective comme il vient d'être dit.

Lorsque les droites sont normales au tableau (fig. IV), on obtiendra leur point de fuite P (fig. V) en menant de l'œil $o'o$ une perpendiculaire à X Y et en élevant sur la base du tableau, la verticale oP, P devant se trouver sur la ligne d'horizon.

Il suffira donc de joindre ce point P, appelé point principal, à la trace b de l'une quelconque de ces droites (reportée de l'épure au tableau comme précédemment) pour avoir b P, la perspective A d'une droite a perpendiculaire au tableau.

Si on avait à trouver sur le tableau les points 1 et 2 situés sur la ligne *a*, on ferait passer par les points 1 et 2 de l'épure des lignes également inclinées par rapport au tableau et aux normales ou fuyantes principales.

De semblables lignes, comme on le voit, seront inclinées à 45° sur *a* et sur XY, soit *m* l'une d'elles.

Pour la mettre en perspective, reportons en *c* sa trace au tableau ; quant à son point de fuite, il sera en D sur la ligne d'horizon, à une distance PD égale à *o*D de l'épure, D*o*′ étant parallèle à *m* et également inclinée à 45°.

Le point de fuite de la ligne *n* se trouve en D′ sur le tableau.

On voit que PD égale P′D′; par conséquent, le point de fuite des droites, d'égale inclinaison par rapport aux fuyantes principales, s'obtiendra en portant à droite ou à gauche du point P, sur la ligne d'horizon, la distance de l'œil au tableau comptée sur une direction principale. Ce point D est ce qu'on appelle le *point de distance principal.*

Si on a bien opéré, les deux lignes N et M doivent se couper au point 1 sur la droite A.

Pour obtenir le point 2, on ne s'est servi que d'une droite M′, qui donne à son intersection avec la droite A le point 2 cherché.

PLANCHE II

LIGNES D'ÉGALE INCLINAISON
LIGNES HORIZONTALES

Si, au lieu de fuyantes principales, nous considérions des fuyantes quelconques ou accidentelles *a* (fig. I), chaque direction aurait un point de fuite F et les droites d'égale inclinaison *n, m,* par rapport au tableau et à la direction accidentelle *a* considérée, auraient un *point de distance accidentel* D situé sur la ligne d'horizon, à droite du point F d'une quantité FD égale à la distance *o*′F de l'œil au tableau, mais comptée sur une parallèle à la direction *a* en question.

Ce point de distance accidentel peut se trouver également soit à droite, soit à gauche du point F et à des distances égales.

Quant aux traces *c* et *d* des lignes d'égale inclinaison *n* et *m*, on les portera sur la base XY du tableau, à des distances du point *b* égales aux distances 1. *b*, 2. *b* de l'épure.

Nous donnons dans les figures III et IV les perspectives de diverses lignes horizontales situées sur le géométral, et données en rabattement au-dessous de la base du tableau.

La première ligne est une fuyante principale, elle a son point de fuite en P. La deuxième est une ligne inclinée à 45°; son point de fuite se trouve au point de distance D′.

Les deux lignes de la figure IV sont une oblique et une ligne de front, toutes deux horizontales également ; cette dernière est une horizontale en perspective.

Ces lignes sont limitées aux points 1 et 2 ; ces points ont été mis en perspective au moyen des normales et des lignes d'égale inclinaison.

PLANCHE III

AMPLIFICATION DU TABLEAU

Amplifier le tableau consiste à grandir toutes les dimensions qu'il contient ; cependant. nous allons voir qu'il est possible, par un certain ordre suivi dans les constructions, d'éviter ce travail toujours long quand il s'agit d'un grand nombre de points.

Traçons donc le tableau primitif T (fig. II), que nous appellerons le petit tableau, sa ligne d'horizon et supposons qu'on veuille doubler la grandeur de la perspective. Plaçons sur le petit tableau le point de vue principal P et sur son bord inférieur, que nous appellerons l'échelle dès vraies largeurs, les différents points *abc* ; joignons ces différents points ainsi que X et Y au point P.

Plaçons donc X_1 Y_1 parallèle à XY, de telle sorte qu'il ait une grandeur double de la sienne ; la hauteur d'horizon sera doublée aussi d'après les propriétés des triangles semblables.

Il est déjà facile de voir que dans ce nouveau tableau T_1, les fuyantes principales a_1 P, b_1 P, c_1 P, occupent leur place définitive puisque les segments $o_1\,a_1$, $o_1\,b_1$, $o_1\,c_1$, qu'on aurait dû porter à une grandeur double de celle de l'épure (fig. I), sur le bord inférieur X_1 Y_1 du grand tableau, s'y trouvent en réalité, ayant été portés à la dimension de l'épure sur XY moitié de X_1 Y_1.

En se servant toujours de droites d'égale inclinaison, le nouveau point de distance sera reporté en D_1 à une distance D_1 P double de DP. Comme le point D_1 peut sortir des limites du dessin, on devra se servir d'un point de distance réduit à $\frac{D}{2}$ par exemple. Nous donnons l'explication de cette réduction du point de distance au chapitre suivant.

La perspective des plans fournit souvent des exemples de droites réparties parallèlement à deux ou plusieurs directions dominantes. Si les unes sont presque parallèles au tableau et, par suite, ont leurs points de fuite beaucoup en dehors des limites de l'épure, les autres, au contraire, rentrent dans ces limites et seront choisies de préférence, pour être tracées en perspective d'après les méthodes ordinaires.

Le plan d'un escalier droit, contenu entre deux murs d'échiffre, nous en donne un exemple (fig. III et IV).

Les traces des projections de ces murs d'échiffre sur le tableau, sont données en *a*, *b*, *c*, *d*. Ces directions, ayant un point de fuite F accessible, seront mises directement en perspective ; quant aux marches, on y parviendra en plaçant sur les droites *b* et *c*, considérées comme échelle des profondeurs, les points 1 2 3 4 5 .... 1'2'3'4'5' .... et en joignant les points correspondants.

Le petit tableau T ayant été tracé, a été amplifié dans un rapport quelconque, c'est-à-dire, qu'ayant placé le point F, ayant joint FX, FY, on a pris une droite quelconque pour nouveau bord inférieur, et les bords droit et gauche sont les verticales du point de rencontre de ce nouveau bord avec FX_1 FY_1. Les quatre points *a*, *b*, *c*, *d*, ont été reportés sur XY et joints à F ; *o'* F de l'épure a été reporté sur le tableau de F en $\frac{D}{m}$; $\frac{1}{m}$ étant le rapport de l'amplification des deux tableaux, $\frac{D}{m}$ est un point de distance accidentel réduit ; puis, les profondeurs *b* 12345 ..... de l'épure ont été portées en b_1 12345 ..... sur le bord du nouveau tableau. Joignant ces points à $\frac{D}{m}$, on a obtenu par recoupement, avec l'échelle des profondeurs F b_1, les points cherchés.

En opérant de même avec l'autre échelle des profondeurs, on obtiendra les points situés sur cette échelle ; en joignant ces points aux points correspondants de la première échelle, on achèvera de compléter cette perspective.

Dans la suite, pour ne pas embrouiller les constructions du tableau, nous nous abstiendrons de figurer le petit tabl au et ses dimensions, nous contentant de reporter sur le grand tableau les dimensions de l'épure, grandies un certain nombre de fois.

PLANCHE IV

RÉDUCTION DU POINT DE DISTANCE
APPLICATION

Quelquefois, les limites du tableau ne permettent pas d'y faire figurer le point de distance. Alors, au lieu de droites d'égale inclinaison on se sert de droites de demi, tiers, quart, etc. d'inclinaison, c'est-à-dire interceptant sur le tableau des segments demi, tiers, quart, de ceux interceptés sur une fuyante principale.

Les nouveaux points de distance correspondant à ces lignes, s'appellent points de demi-distance, tiers de distance, etc.

Ainsi, dans la figure I, on a dirigé la ligne *n* au tiers d'inclinaison ; le segment intercepté sur le tableau est le tiers de *bd* ou de *b*1.

Pour avoir le nouveau point de distance (fig. I), il faudra mener par *o'* une parallèle à *c*1; d'après la similitude des triangles le point $\frac{D}{3}$ se trouvera au tiers de *o*D ou de *oo'*.

La figure II prouve que les deux droites M et N, perspectives des droites *m* et *n* de l'épure (fig. I), coupent bien la ligne A au même point 1.

Les figures III et IV représentent les données et la mise en perspective d'un carré, en triplant l'épure et en se servant d'un point de tiers de distance.

Puisque le tableau est grandi trois fois, le point de tiers de distance s'obtiendra en portant trois fois sur la ligne d'horizon, à partir de P, le tiers de la distance de l'œil au tableau, c'est-à-dire cette distance entière. Les traces des lignes de tiers d'inclinaison s'obtiendront

en portant sur le tableau à partir de *a* et de *b*, trois fois le tiers des profondeurs *a*2 et *b*3 de l'épure, c'est-à-dire les profondeurs *a*2 et *b*3 entières.

On obtient ainsi par recoupement avec les fuyantes principales *a*P et *b*P les points 2 et 3 par lesquels on devra mener les lignes de front qui déterminent, en perspective. le carré cherché.

Nous donnons à la figure V le moyen de prendre directement, en perspective, le milieu d'une ligne horizontale.

On prendra sur la ligne d'horizon un point de fuite F absolument quelconque ; on joindra à ce point les deux extrémités *a* et *b* de la droite, ce qui donnera sur une horizontale de front quelconque le segment 1, 3. Prenant le milieu 2 de ce segment et le joignant au point F, on aura ainsi le point *c*, milieu de la droite *ab* ; car, F*a*, F*b*, F*c*, étant parallèles, les segments *ac*, *cb*, sont entre eux dans le même rapport que les segments 1 2, 2 3.

La figure VI fournit le moyen de mener par un point *b* une parallèle à deux droites parallèles quelconques A et C, dont le point de fuite est inaccessible.

Par le point *b* menons une ligne quelconque *ac* qui coupe les droites A et C aux points *a* et *c*.

Si le point de fuite tombait dans les limites de l'épure, il serait facile de voir que le faisceau F*a*, F*b*, F*c*, intercepte sur la parallèle 1, 3 à *a*, *c*, des segments 12, 23, proportionnels aux segments *ab*, *bc*.

On trouve ces segments en menant une parallèle quelconque $1_1 3_1$ à *ac*, de reporter sur cette droite les points 1 et 3 en $1_1 3_1$, par des horizontales de joindre 1_1 à *a* et 3_1 à *c* ; ces deux lignes se couperont à un point F qui devra se trouver sur une horizontale du vrai point de fuite. En joignant ce point F au point *b*, on détermine le point 2_1, ce qui donne les segments $1_1 2_1$ et $2_1 3_1$ qui sont les segments cherchés. En reportant le point 2_1 en 2 par une horizontale, on obtiendra le point par lequel devra passer la ligne B, parallèle à A et C et passant par le point *b*.

PLANCHE V

CARRELAGES

Soit la base du tableau XY (fig. I), divisée en sept parties. Chaque partie représente le côté d'un carré dont le plan est figuré en rabattement au-dessous du tableau ; faisons concourir les points de division au point de vue P : ces lignes représentent, en perspective, les fuyantes principales. La ligne d'égale inclinaison X D′ coupe ces fuyantes en des points qui déterminent les lignes de front.

Si on voulait avoir un plus grand nombre de carreaux en largeur, sans pour cela porter

les nouvelles dimensions sur la base XY prolongée, on remarquera qu'à une distance quelconque du tableau les lignes de front 12 23 sont égales, on reportera donc cette dimension en 3 4.

Si on voulait doubler la profondeur, on mènerait par le point 5 une autre ligne d'égale inclinaison qui donnerait à ses intersections avec les fuyantes, de nouvelles lignes de front.

Dans la figure II les carreaux sont vus sur l'angle; les dimensions sur le tableau représentent les diagonales des carrés ; on fera concourir les points de division aux deux points de distance, puisque les lignes du carrelage sont dirigées à 45° en plan.

On pourrait opérer comme dans l'exemple précédent si on voulait amplifier le nombre des carreaux dans le sens de la largeur ou de la profondeur.

PLANCHE VI

CARRELAGES

L'exemple de la figure I représente la mise en perspective de carreaux octogonaux.

On construira d'abord les carrés qui circonscrivent les octogones et, après avoir tracé ces derniers en plan, on relèvera les points *ab, cd, ef*, sur la base XY, et on joindra les points obtenus 1.2, 3.4, 5.6 au point de vue P. Les rencontres de ces fuyantes et des horizontales de front, donneront les angles des octogones que l'on devra joindre aux deux points de distance.

Les longueurs des carreaux sur une ligne de front, sont égales ; il en est de même des distances 1.2, 3.4, 5.6 ; cette qualité servira pour tracer un plus grand nombre de carreaux en largeur, sans pour cela porter leurs dimensions sur le tableau.

La perspective des carreaux hexagonaux, dont un des côtés est parallèle à la base du tableau, se fera aussi de la même manière, en projetant sur XY, les angles des hexagones donnés en plan ; on joindra au point P les projections obtenues *abcdef*, qui doivent se trouver à égales distances.

Les différentes horizontales de front sont données à la rencontre de l'oblique 1 E et des fuyantes *ace*....., prises de deux en deux. Aux points d'intersection des fuyantes et des lignes de front, on devra mener différentes obliques aux points de fuite FF'.

Les points de fuite F et F' ont été obtenus en menant par l'œil, des parallèles aux obliques des carreaux du plan.

De même on a trouvé les points de fuite E et E' en menant par l'œil, des parallèles aux lignes *x*1, *xc* du plan.

PLANCHE VII

CERCLE

Le plan d'un cercle peut être horizontal, vertical ou oblique; dans ces trois cas la perspective d'un cercle est une ellipse.

Un cercle se met en perspective par points.

On fait donc passer par un certain nombre de points du cercle, des lignes se coupant en ces points.

Ces lignes, mises en perspective, donnent, à leurs intersections correspondantes sur le tableau, des points que l'on joindra par un trait continu, pour avoir la perspective du cercle.

Dans l'exemple qui nous occupe, nous inscrirons le cercle dans un carré (fig. I) dont les côtés seront choisis parallèles et perpendiculaires à la base du tableau ; les points de contact 1.2.3.4 donnent déjà 4 points marquants du cercle que nous avons divisé en seize parties égales.

Les horizontales et les verticales des points de division, se coupent sur les diagonales du carré ; il nous sera facile de mettre ces lignes en perspective sur le tableau (fig. II), pour lequel on a grandi huit fois les dimensions de l'épure.

Si on avait à inscrire un cercle dans un carré ABCD, donné en perspective (fig. III), on opérerait de la manière suivante :

D'abord, les milieux des côtés donneront les points de tangence ; pour obtenir ces points, traçons les diagonales AD, BC, et, du point d'intersection *c*, menons deux parallèles aux côtés du carré ; la ligne menée par le point *c* et parallèle à AC, ira concourir au point de fuite F.

Comme les côtés AB et CD ont un point de fuite inaccessible, on se servira de la méthode énoncée au chapitre IV pour leur mener une parallèle par le point *c* ; on peut se servir également de la méthode des échelles.

Cette méthode consiste à mener deux lignes parallèles qui couperont les deux droites AB, CD, prolongées, de graduer ces lignes en un même nombre de divisions, enfin, en tâtonnant, de faire passer par le point *c*, une ligne qui couperait les deux échelles à des divisions qui auraient la même cote. Ainsi la ligne menée par *c* doit passer à la division 6 1/3.

Pour obtenir des points intermédiaires du cercle, on se servira des échelles convergentes ; cela consiste à tracer un demi-cercle *o* d'un rayon quelconque (fig. IV), à diviser ce cercle en un nombre pair quelconque de parties égales, soit six, à projeter les points de division 1. 2. 3. 4. 5. 6 sur un diamètre parallèle à 1.7, de joindre les points obtenus 1'2'3'4'5'6' à un sommet quelconque S, puis de prendre, sur une bande de papier, l'un des côtés AC du carré et son milieu 4_1, puis, en tâtonnant, chercher à inscrire cette bande de papier

dans l'angle 1'S7', de telle sorte que A et C soient sur S1' et S7' et son milieu 4_1 sur S4'.

On marquera alors sur la bande de papier, sa rencontre avec les autres lignes divergentes S2', S3' ......, puis on reportera ces divisions sur le côté AC.

On opérerait de même pour avoir les points de division sur les côtés AB, BD, DC.

Il ne restera plus qu'à joindre deux à deux les divisions des côtés opposés; la rencontre des lignes correspondantes donne des points du cercle.

PLANCHE VIII

MÉTHODE DU TREILLIS PERSPECTIF

Cette méthode, qu'on dénomme aussi du nom de graticulage, s'emploie surtout avec avantage, lorsqu'on a à mettre en perspective un plan irrégulier ; ce qui offre toujours une certaine longueur d'opération, à traiter par les procédés ordinaires.

Elle consiste à tracer un quadrillé sur le plan de l'épure, de reporter ces carreaux sur le tableau par les moyens connus, et de dessiner, dans chaque carreau, les lignes du plan qu'il contient.

Ce procédé n'est pas entièrement rigoureux, et la justesse des opérations dépendra surtout de la petitesse des carreaux auxiliaires.

L'exemple que donne cette planche représente la perspective du plan d'un donjon, vu un peu à vol d'oiseau, c'est-à-dire, vu par un observateur placé à une distance relativement assez grande du géométral.

Par conséquent, le point de vue et la ligne d'horizon se trouveront assez distants de la ligne de terre XY ; sur le tableau, $o\frac{D}{2}$ représente la moitié de cette distance.

Les carreaux ont été mis en perspective au moyen d'une ligne d'égale inclinaison qui détermine toutes les lignes de front aux points où elle coupe les fuyantes principales.

Les dimensions de l'épure et du tableau sont dans le rapport de un à trois.

PLANCHE IX

CUBE

Les figures I et II donnent le plan et l'élévation du cube ; la ligne XY est la ligne de terre ; HH' et $\underline{H}\underline{H}'$ sont les deux lignes d'horizon correspondant à deux positions d'un

spectateur, ce qui donne lieu aux deux vues du cube, représentées par les figures III et IV.

On a d'abord cherché la perspective de la projection du cube sur le sol, au moyen des deux fuyantes 1 P, 2 P (fig. III et IV), on s'est servi des lignes de demi-inclinaison et on a porté sur la base du tableau, à partir des points 1 et 2, les profondeurs $1a_1$ et $2b$ de l'épure; les deux obliques $a\frac{D}{2}$ et $b\frac{D}{2}$ coupent les deux fuyantes principales en deux points qui déterminent les deux lignes de front.

Il nous faut maintenant trouver la perspective du cube dans l'espace en relevant verticalement les points projetés sur le géométral.

Nous allons donner la méthode à suivre pour un point A_1, par exemple, dont la projection sur le géométral est donnée en A.

Le point A_1 marqué en a_1 sur le plan et l'élévation (fig. I et II), se trouve à une hauteur du géométral, égale à la distance du point 4 au-dessus de X Y (fig. II).

Portons cette hauteur, en ayant soin de la doubler, sur le tableau en Y 4 (fig. III et IV); en joignant Y 4 à P, nous pourrons déterminer dans le triangle Y 4 P, la hauteur de Y 4 à une certaine distance du tableau, cette hauteur diminuant à mesure que la distance au tableau est plus grande et devenant nulle à l'infini.

Sachant qu'une verticale est toujours de même hauteur en perspective, si on la promène dans un plan de front, la hauteur AA_1 sera donc obtenue en menant du point A une horizontale Am, qui coupera YP au point m; la verticale mn donne, en perspective, la hauteur du point A_1 au-dessus du géométral; enfin, le point A_1, qui doit se trouver sur la verticale AA_1, est déduit de l'horizontale $A_1 n$.

Les autres points du cube ont été obtenus de la même manière.

PLANCHE X

S O C L E

Les figures I et II donnent la position et les dimensions d'un socle, la projection o', sur le géométral, de l'œil du spectateur, et HH′ la ligne d'horizon.

Nous en déduirons le point F, l'un des points de fuite des fuyantes obliques, et le point D, point de distance accidentel des lignes d'égale inclinaison, par rapport au tableau et à ces fuyantes obliques.

Le tableau a été amplifié trois fois; la base N M S R a été obtenue comme précédemment.

Le point $\frac{D}{3}$ ayant été porté à une distance de F égale à la distance FD de l'épure, et les dimensions am, an, ds, dr, de la base XY du tableau égales à am, an, ds, dr, de l'épure, les diagonales NS, MR, nous sont utiles pour tracer les angles du carré intérieur, lesquels se trouvent aux intersections de ces diagonales et des fuyantes bF et cF.

On a grandi trois fois les dimensions 1 2 3 4 5 6 7 de l'épure et on les a portées verticalement sur le tableau. Les points en élévation ont été obtenus comme dans l'exemple du cube, au moyen des échelles verticales fuyantes et des horizontales de front.

PLANCHE XI

ESCALIERS

La figure I donne la perspective d'un escalier double, donné sur l'épure par le plan et l'élévation, dont on a grandi quatre fois les dimensions pour les reporter sur le tableau.

Nous obtiendrons facilement le point de fuite F de l'une des deux directions des marches.

On a supposé la première marche à une distance du tableau double de la largeur d'une marche ; de même, le palier est supposé cinq fois cette largeur. Les projections de ces marches coupent donc le tableau en des points 1. 2. 3. 4. 5, 6. . . . . 18 également distants.

Nous porterons donc sur la base du tableau, les dimensions équidistantes 1. 2. 3. 4. 5. 6. . . . . 18, en ayant soin de les quadrupler, et nous les joindrons au point F.

Comme il est impossible de reporter sur la base du tableau les divisions 12. 13. 14 . . . . 18, on se servira d'une horizontale de front quelconque qui intercepte aussi des segments égaux (voir pl. V, fig. 1).

Les points 1, *a* et *b* nous donnent, par recoupement avec les fuyantes des marches, les points *c d e* ; nous aurons donc en perspective les deux obliques *c d* et 1 *e*.

Nous nous servirons d'un plan de profil dont la trace X F sur le tableau, représente la hauteur de la ligne d'horizon ; nous porterons, à partir du sol, les neuf divisions représentant les hauteurs des marches et nous joindrons ces divisions à un point quelconque de la ligne d'horizon ; joignons-les au point P, par exemple. Ces échelles fuyantes nous donneront les angles des marches que l'on déduira ou moyen d'horizontales de front et de verticales.

On joindra les points *m n* ; aux intersections de cette ligne et des verticales des marches, on obtiendra les angles de ces marches qu'on devra joindre aux deux points de fuite, pour avoir les arêtes horizontales des marches.

On opérera de même pour les autres angles des marches.

Nous donnons dans la figure II un escalier droit dont les marches sont normales et obliques, de deux en deux, au parement du mur.

Le tableau a été amplifié cinq fois.

Les deux fuyantes principales du plan ont été mises en perspective en joignant les traces *a* et *b*, de la base du tableau, au point de fuite F.

En portant sur la base du tableau les distances *a m* et *b n*, égales aux distances *a m*

et *bn* de l'épure, et en joignant les points *m* et *n* au point $\frac{D}{5}$, nous aurons aux points d'intersection de ces lignes et des fuyantes *a* F et *b* F, la perspective des points *m* et *n* de l'épure ; en relevant verticalement ces points sur la ligne d'horizon, nous aurons les points M et N, car les points *m* et *n* projetés en plan sur l'épure se trouvent à la hauteur d'horizon d'après la coupe de l'épure.

En joignant les points M et N du tableau aux points *a* et E, et en prenant les intersections de ces lignes et des échelles fuyantes représentant les hauteurs des marches, nous aurons les angles de ces marches ; en élevant, de ces points, les verticales des marches, nous obtiendrons leur hauteur que l'on devra diviser en deux pour avoir les marches simples.

On achèvera la perspective en joignant deux à deux les arêtes verticales correspondantes des marches.

PLANCHE XII

ENTABLEMENT

Soit *o* l'œil de l'observateur rabattu sur le tableau ; H H′ la ligne d'horizon ; P le point de vue principal ; F le point de fuite de la bissectrice de l'angle saillant rectangulaire ; D le point de distance des lignes d'égale inclinaison de cette bissectrice.

La méthode que nous allons suivre consiste à tracer le rectangle d'onglet, circonscrit au faisceau de moulures à représenter.

Supposons *a b c d* le rectangle circonscrit au faisceau des moulures, et qui serait la section d'onglet faite suivant 1. 2 du plan.

Nous placerons d'abord ce rectangle en perspective : ses lignes fuyantes concourent au point F, les points 1 et 2 du plan ont été reportés sur la base du tableau en les doublant et en les joignant au point D ; les intersections de ces lignes avec la bissectrice donnent les deux points 1 et 2 en perspective.

En élevant de ces points les deux verticales, nous obtiendrons les quatre points A B C D à la rencontre de ces verticales et des deux fuyantes A′F, C′F, A′C′, ayant été prises sur le tableau au double de *a c*.

Reste à tracer le profil de l'onglet dans l'intérieur du quadrilatère A B C D.

Pour cela on projettera sur *b d* les angles de la corniche ; on prendra sur une bande de papier E F, les divisions marquées sur cette ligne *a b* et on reportera, sur une verticale comprise dans le triangle A′ C′ F, ces divisions que l'on joindra au point F.

Pour avoir les points du profil projetés sur C D, on prendra une bande de papier I J quelconque, comprise entre les deux verticales du rectangle, en ayant soin de marquer le milieu K de C D, et on inscrira cette bande de papier dans une échelle convergente quelconque, que l'on construira sur les projections *c d* des angles du profil, en ayant soin

que I K J coïncident avec les convergentes de même dénomination. On reportera comme précédemment sur le tableau, les points de rencontre de la bande de papier avec le faisceau de l'échelle.

Les différents points de profil se trouveront à la rencontre des verticales et des fuyantes correspondant aux deux échelles.

Le profil d'onglet étant ainsi tracé, il suffira de mener des lignes convergentes aux deux points de fuite pour avoir la perspective des moulures de l'entablement.

Nous avons, d'après la perspective du profil, les hauteurs des modillons; pour avoir leurs divisions, portons sur une verticale 3.4, située à une certaine distance du tableau, un certain nombre de modillons avec leurs intervalles. Mettons en perspective, sur une fuyante du point 4, plusieurs dimensions 4.5, 5.6, 6.7, égales à 3.4, et élevons, des points de division 5. 6. 7, des verticales jusqu'à la fuyante du point 3.

En joignant les points en diagonale, nous aurons des lignes inclinées à 45° dans un plan vertical et oblique au tableau.

Maintenant, si nous faisons concourir au point de fuite les divisions des modillons, tracées sur la ligne 3.4, et si des points d'intersection de ces lignes et des obliques à 45° nous élevons des verticales, nous aurons les divisions des modillons en perspective.

On obtiendrait de même les modillons de l'autre côté de la corniche.

Cette méthode est très expéditive lorsqu'on a un grand nombre de divisions à mettre en perspective.

PLANCHE XIII

PORTIQUE

Les lignes du plan sont dirigées à 45°, en perspective ces lignes concourent donc aux points de distance.

On portera sur le tableau les dimensions de l'épure en les grandissant quatre fois.

Les deux points *m* et *n* de l'épure seront reportés sur la base du tableau à partir du point *a* et à des distances *an* et *am* quadruplées; en joignant les points *n* et *m* au point de distance et en prenant ces lignes par recoupement avec la ligne *a*P, on aura ces points en perspectives sur le géométral. De la perspective du point *m* on tracera les deux fuyantes qui donneront à leurs intersections avec les fuyantes principales *bac*, *doe* les projections des arêtes des piliers. On obtiendra de même les milieux des arcades.

Les onze divisions de la façade représentant les hauteurs des horizontales principales seront reportées sur la trace verticale d'un plan de profil qui aurait *a*P pour trace horizontale; en joignant ces divisions au point P et en cherchant les intersections de ces fuyantes avec l'arête verticale d'angle projetée en *m*, on obtiendra les points marquant ces hori-

zontales sur cette arête, de ces points on mènera des fuyantes dirigées aux deux points de distance des deux directions.

Pour le tracé des ellipses des cercles on remarquera que l'horizontale et la verticale des centres *r* nous fournissent les points des naissances des arcs et les points de la clef; ces derniers devant se trouver sur les horizontales des points 7 et 8.

Il nous faudra tracer les lignes à 45° des carrés circonscrits pour obtenir les points S et V situés au 45° sur les cercles d'extrados ; ces points se trouveront aux rencontres des lignes à 45° et de l'horizontale déduite du point 7.

Il en serait de même des deux points semblables situés sur les cercles d'intrados.

PLANCHE XIV

VOUTE D'ARÊTE

Le carré *a b c d* et les deux diagonales *a d* et *c b* donnent, sur le géométral, le plan et les arêtiers de la voûte ; on tracera aussi les doubleaux en plan, au moyen des points de distance. Le cercle de tête étant parallèle au tableau sera un cercle en perspective, ainsi que tous les cercles de front ; leurs centres se trouveront aux points 1. 2. 3. 4 en plan et en élévation, et leurs rayons seront donnés en vraie grandeur par leurs projections sur le géométral.

Les courbes d'intersection des deux cylindres, ainsi que les ellipses des cercles latéraux, se traceront par points.

Ainsi un point G_1 du cercle de tête se projette sur le géométral en g_1 et sur le plan du cercle latéral en G_2. Menons la ligne $G_2 P$, la génératrice $G_1 P$ et sa projection $g_1 P$; cette dernière ligne rencontre les projections des arêtiers *xb xd* aux points 5 et 6 ; de ces points, menons les deux lignes de front 5*g* et 6*e* qui représentent les projections de deux génératrices parallèles au tableau, qu'on obtiendra en 5G et en 6E, en les relevant jusqu'à la rencontre des deux fuyantes $G_1 P$, $G_2 P$.

Les points 7 et 8 se trouvent sur les horizontales des points 6 et 5.

On obtiendrait de même le sommet X et autant de points qu'on le jugerait utile.

Les courbes des doubleaux s'obtiendront par les mêmes opérations.

Les lignes des joints horizontaux de la voûte sont perpendiculaires ou parallèles au tableau ; en perspective, ils fuiront au point P ou seront horizontaux. Les premiers se traceront d'après les divisions du cercle de tête ; à leurs intersections avec les courbes d'arête on déduira les autres.

Les autres joints de la voûte devront se tracer sur le géométral et se relever au moyen de lignes de rappel.

PLANCHE XV

MUR DE QUAI — FRONTON

Les données d'un mur de quai, figurées en I et II, représentent le plan et la coupe de ce mur, la trace du tableau et la position de l'œil du spectateur ; le tout au sixième de la grandeur de la perspective.

En menant de o_1 des parallèles à la projection de l'arête des talus et aux deux directions des fuyantes, nous obtiendrons le point de fuite F et les deux points de fuite F_1 et F_2 des fuyantes, lesquels se trouvent hors des limites du tableau.

On joindra les traces *a b c*, reportées six fois sur la base du tableau (fig. III), aux trois points de fuite correspondants ; la fuyante principale 3 P nous donnera le point *u* par recoupement avec la ligne *a*F.

On portera sur la verticale du point *a* du tableau, les onze hauteurs des marches représentant aussi les hauteurs d'assises.

La dernière division, menée au point F, nous fournira le point U, à sa rencontre avec la verticale du point *u* ; les fuyantes des autres divisions nous donneront aussi, à leurs intersections avec l'arête U T, les angles des joints qu'on joindra aux deux points de fuite F_1 et F_2. Ces lignes nous fourniront également les arêtes supérieures des marches.

Ces marches sont limitées latéralement par les deux lignes MR et NS; les points M et N sont obtenus par les deux fuyantes principales $_1P$ $_2P$, et les points R et S sont relevés des points *r* et *s* sur l'arête supérieure du talus ; *r* et *s* sont donnés à l'intersection de la projection *ru*, et des deux fuyantes M*r* N*s*, parallèles à l'une des directions et concourant au point de fuite F_2 de cette direction.

Les bornes, supposées cylindriques, seront mises en perspective au moyen des fuyantes principales.

Les figures IV et V donnent les épures du plan et de l'élévation d'un fronton ; l'élévation est au double du plan, lequel est au sixième de la perspective.

Les traces *a b c* et les points de fuite correspondants, nous donneront la perspective du plan (fig. VI) ; on prendra le milieu de la ligne 34 au moyen d'une ligne de front 13, divisée au point 2 en deux parties égales.

Les profils d'onglet des corniches et celui de l'axe du fronton, se traceront comme il a

été indiqué à la mise en perspective d'un entablement (pl. XII). Il nous suffira de joindre les angles du profil, milieu du fronton, aux deux points de fuite E et E′ des lignes rampantes, et ceux des profils de la corniche aux deux points de fuite situés sur la ligne d'horizon, pour compléter l'épure.

Pour obtenir les points de fuite E et E′ des arêtes du fronton, remarquons que ces points doivent se trouver sur une verticale du point de fuite F, car si par l'œil o_1 de l'épure nous menons des parallèles aux arêtes considérées, leur projection coupera la trace du tableau en F (fig. IV).

Faisons tourner l'œil pour le rabattre sur le tableau, il se rabattra sur la ligne d'horizon en O à une distance OF du point F, égale à six fois la distance o_1F de l'épure (fig. IV).

Du point O menons deux lignes faisant, au-dessus et au-dessous de la ligne d'horizon, des angles égaux à ceux que font les arêtes rampantes du fronton sur l'horizontale.

Les rencontres des lignes OE, OE′ avec la verticale du point F nous donneront les deux points de fuite E et E′.

PLANCHE XVI

ESCALIER A VIS

Le cercle donné en rabattement sous la ligne de terre du tableau se mettra en perspective au moyen d'un carré circonscrit et avec des fuyantes principales et des lignes d'égale inclinaison.

On tracera sur le géométral les projections des marches en joignant les points 1 2 3 4... 16 au centre du cercle ; on tracera aussi le petit cercle du noyau, et on déterminera les marches en élévation, au moyen d'un plan de profil sur lequel on tracera les seize hauteurs correspondant à une révolution de l'escalier.

On se servira, comme précédemment, d'horizontales de front et de verticales de rappel.

Les parties circulaires des marches se composent de portions d'ellipses, et les parties rectilignes doivent concourir à des points situés sur l'axe du noyau et à des hauteurs correspondantes.

Les marches se recouvrent d'un tiers de la largeur du giron.

Pour la partie supérieure de la figure, on devra tracer en plan les projections des arêtes vues en dessous, et les relever comme il a été indiqué plus haut.

PLANCHE XVII

PERSPECTIVE DES OMBRES

CHEMINÉE — CYLINDRE

La perspective de la cheminée, grandie six fois sur l'épure, a été tracée par les moyens ordinaires, en se servant des fuyantes principales *abc* et d'un plan de profil dont on a porté sur sa trace *d*3, les hauteurs 1 2 3 au-dessus de la ligne d'horizon. Ces hauteurs sont données au sixième sur l'épure.

Les lignes du toit en plan sont dirigées à 45° ; leurs points de fuite seront les points de distance. Les arêtiers en plan donneront une horizontale de front et une fuyante principale.

Dans cette figure, la lumière est supposée venir dans une direction de front, c'est-à-dire dans une direction parallèle au tableau.

Pour la détermination des ombres nous emploierons des plans auxiliaires de front, et, dans ces plans, nous mènerons des rayons lumineux parallèles à la projection verticale de la direction lumineuse.

Ainsi, par l'arête verticale *f'm*, projetée sur le géométral en *f*, menons la trace *fh* d'un plan vertical de front ; ce plan coupe les arêtes du toit en des points *fgh* relevés verticalement en *f'g'h'* ; du point *m*, dans ce plan, menons le rayon *mn* parallèle à la direction lumineuse ; l'ombre de l'arête *f'm* sera donc limitée en *f'g'n*.

Les ombres des autres arêtes seront déterminées de la même manière.

L'ombre portée par l'autre arête est une parallèle à *f'g'*, et l'ombre portée par l'arête horizontale supérieure de la cheminée, donne sur le toit une horizontale. Cette ligne aura son point de fuite au point de distance de gauche.

La deuxième figure de cette planche nous fournit l'exemple d'une application des ombres à 45°.

Comme la projection du rayon lumineux est dirigée en plan à 45°, le point de fuite de cette direction sera le point de distance droit du tableau.

Quant au point de fuite des rayons lumineux, il se trouvera sur une verticale de ce point de distance et à une hauteur au-dessous de la ligne d'horizon égale à la distance de l'œil au tableau ; ce point de fuite se trouvera donc sur une ligne à 45°, menée du point P du tableau.

Pour obtenir les ombres portées horizontalement par les points 1, par exemple : Ces points se projettent aux points 2 sur les plans horizontaux ; joignons ces points au point de distance droit ; à la rencontre de ces traces et des rayons menés des points 1 au point de

fuite des rayons lumineux, nous obtiendrons les points 3 qui seront les points d'ombre cherchés.

Pour obtenir l'ombre propre du cylindre vertical, on mène au cercle de base deux tangentes dirigées au point de distance ; la génératrice verticale élevée du point 2 nous donnera l'ombre propre vue.

Les deux génératrices d'ombre propre portent des ombres qui seront dirigées au point de distance ; ces ombres ressautent sur les ombres portées des marches suivant des rayons lumineux.

Les ombres des marches devront concourir au point P puisque ces lignes sont parallèles aux arêtes des marches ; la ligne 23 est l'ombre de la verticale 12, et l'ombre sur le mur du fond est une ligne à 45° puisque cette ligne est de front.

La génératrice d'ombre propre du cylindre horizontal porte sur le géométral une ligne d'ombre qui devra concourir au point P.

Après avoir déterminé un certain nombre de points de la même manière que nous avons obtenu le point 3, nous les joindrons par une courbe qui devra se raccorder avec l'ombre rectiligne.

PLANCHE XVIII

PERSPECTIVE DES OMBRES

INTÉRIEUR

Les principales lignes de cette perspective sont des horizontales de front et des fuyantes principales concourant au point P.

Nous nous servirons des points au tiers de distance, pour construire les caissons du plafond. Ces caissons étant carrés, on prendra sur les lignes de front le tiers de la largeur de ces caissons pour obtenir leur profondeur en se servant de $\frac{D}{3}$.

Les arêtes rectilignes et le foyer lumineux S, déterminent des plans d'ombre. On cherchera leurs intersections avec les parois de la pièce, en menant par ce foyer S, des parallèles aux arêtes considérées, en cherchant leurs intersections *abc* avec les parois et en joignant ces points aux traces correspondantes des arêtes sur les parois.

Ainsi, pour obtenir l'ombre de la cheminée, menons la ligne de front S*a*, parallèle aux arêtes 41 et 32 de la tablette. Ces deux lignes et le foyer S déterminent deux plans qui coupent le mur suivant les lignes 1*d* et 2*i*, obtenues en joignant la trace *a* aux deux points 1 et 2 ; aux points *d* et *i* les ombres deviennent deux horizontales *cd* et *hi*, limitées en *e* et en *h* à la rencontre des rayons S4 et S3.

L'arête horizontale 34 porte une ombre sur le sol en *ef*, concourant au point P ; il ne nous restera plus qu'à joindre *fh* pour compléter cette ombre.

Pour avoir l'ombre du tableau incliné figuré à gauche de la planche, ainsi que celle de la tablette triangulaire du fond, il faudra projeter ces deux objets sur le géométral, et, de la projection *c* du point S, mener la projection du rayon lumineux *cn*, passant par la projection *n* d'un point *n'* de l'objet ; ce rayon frappe le mur en plan au point *m* ; en relevant verticalement ce point *m* en *m'*, à l'intersection du rayon lumineux *n'*S, nous aurons un point de l'ombre cherchée, qu'on devra faire concourir au point P et joindre au point *r*, ombre du point *v*.

L'ombre des poutres est obtenue en menant d'une trace *p* de l'une d'elles, le rayon *pb* ; du point *o* obtenu, on tracera l'ombre concourant au point P. Les ressauts de cette ombre sur les poutres horizontales seront dès lors faciles à déterminer.

PLANCHE XIX

PERSPECTIVE CAVALIÈRE

On donne le nom de *Perspective cavalière* à un genre de dessin de convention qui, sans avoir l'exactitude des épures de géométrie descriptive, a cependant sur ces dernières l'avantage de mieux faire concevoir la forme de l'objet que l'on dessine.

La manière d'opérer est extrêmement simple.

Supposons, par exemple, que l'on veuille construire (fig. I) la perspective d'une pièce de bois terminée à sa partie inférieure par un tenon rectangulaire dont on a les deux projections.

On construira (fig. II) la projection verticale *b'a'u's'm'd'* égale à *b. a. u. s. m. d.* (fig. I), on adoptera ensuite une direction quelconque pour la perspective des lignes, telle que *az* (fig. I), perpendiculaire au plan vertical *p. q.* que nous nommerons le plan du tableau.

Ensuite, sur le dessin en perspective, chacune de ces lignes perpendiculaires au tableau devra être représentée par la moitié de sa projection horizontale (fig. I).

Ainsi par exemple *a'z'* (fig. II) sera la moitié de *a.z.* (fig. I) ;

u'v' sera la moitié de *uv* ;

v'n' la moitié de *vn*, et ainsi de suite.

Quelquefois, au lieu de la moitié on préfère prendre le tiers, surtout lorsque les lignes perpendiculaires au tableau sont très longues.

Les lignes *az, uv, vn* prennent en perspective le nom de lignes fuyantes ; ainsi *a'z'*, *u'v'*, *v'n'* sont des lignes fuyantes.

La direction de ces lignes est arbitraire et dépend, pour chaque figure, des parties que l'on veut mettre en évidence.

Ainsi, quand on voudra faire voir le dessous du corps, on dirigera les lignes fuyantes par en bas, comme on l'a fait pour la perspective du tenon (fig. II). Pour faire voir le dessus, on dirigera les lignes fuyantes par en haut comme la perspective de la mortaise (fig. II). Enfin on les dirigerait à gauche si l'on voulait faire voir la face qui est de ce côté.

Quelquefois on préfère placer l'objet obliquement par rapport au tableau. Ainsi, la figure III étant la projection horizontale du tenon, $p.q.$ sera le tableau.

On construira, comme ci-dessus, la projection verticale $b'a'u's'm'd'$ (fig. IV) égale à $b.a.u.s.m.d.$ (fig. III) ; puis, après avoir choisi pour les lignes fuyantes la direction qui paraîtra la plus favorable à l'effet que l'on voudra produire, on fera :

$$\text{(fig. IV) } a'z' = \frac{az}{2} \text{ (fig. III)} ;$$

$$u'v' = \frac{vu}{2}, \text{ etc.}$$

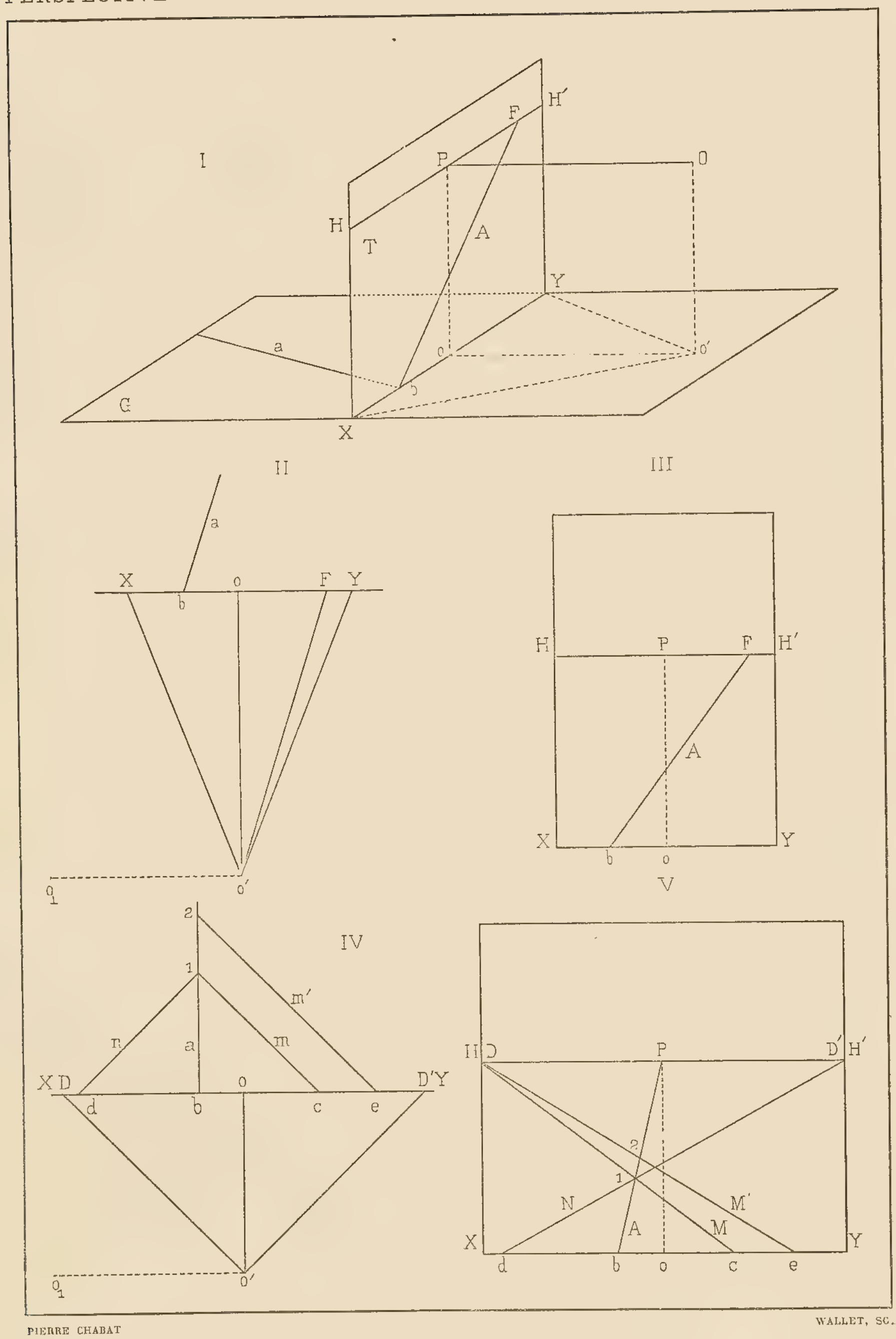
Pour tirer tout le parti possible de ce genre de dessin, il faut, par de nombreux exemples, s'exercer à construire promptement, à vue d'œil, et sans le secours du compas, la perspective des objets que l'on a sous les yeux ; et les principes que nous venons d'exposer ont seulement pour but d'indiquer l'ordre dans lequel les différentes lignes doivent être tracées.

Nous connaissons des personnes qui contestent l'utilité de la perspective cavalière ; elles donnent pour raison que les objets pouvant être déterminés complètement et dans tous leurs détails par le moyen des projections, il n'est pas nécessaire d'employer un genre de dessin qui altère les dimensions du corps représenté sans avoir l'avantage, comme la perspective ordinaire, d'en reproduire l'apparence avec une exactitude rigoureuse.

Nous serions de cet avis, si tout le monde savait la géométrie descriptive, ou si les architectes et constructeurs ne devaient jamais avoir de communications d'idées avec des personnes étrangères à l'étude de cette science.

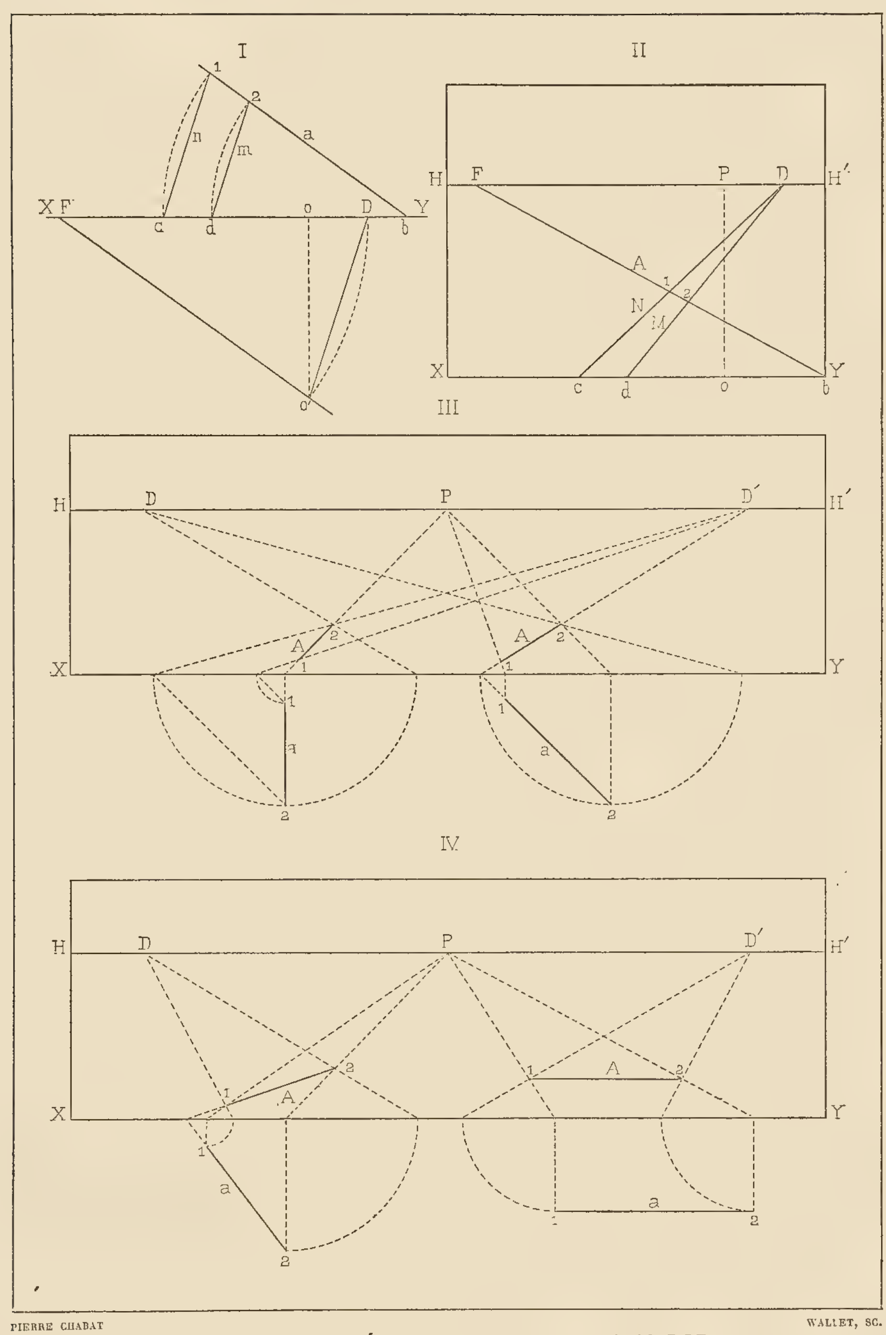
Mais il arrive à chaque instant, dans l'enseignement, ou dans l'exécution des travaux, que l'on veut faire comprendre à un élève, à un ouvrier, les formes d'une pièce qui n'existe encore que dans l'imagination, et qui ne pourra être projetée que lorsque l'auteur aura fixé ses idées sur les dimensions les plus convenables à donner à cet objet.

BAR-LE-DUC. — IMP. ET LITH. COMTE-JACQUET



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

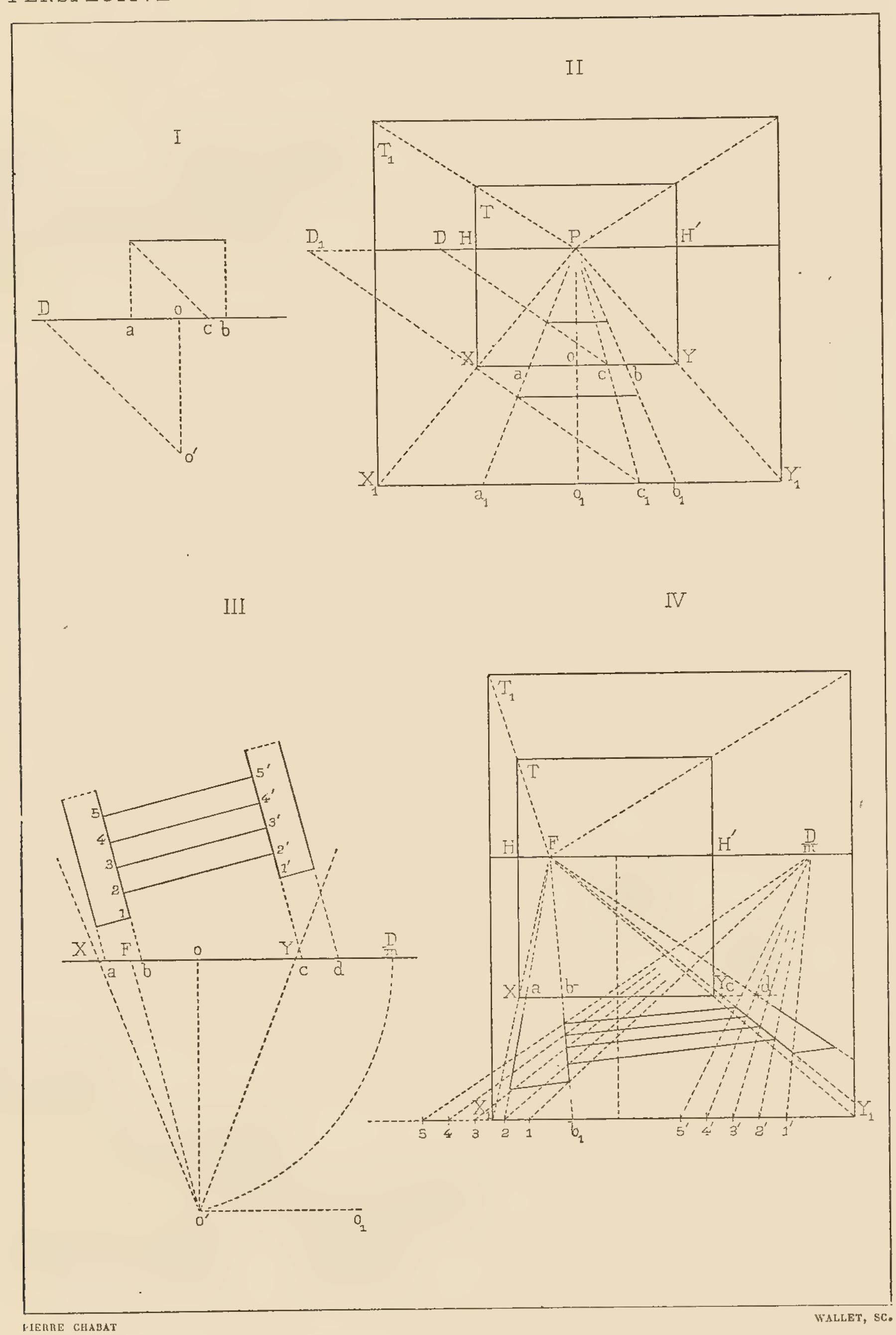
DÉFINITIONS — ÉPURE — TABLEAU
POINTS DE DISTANCE



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

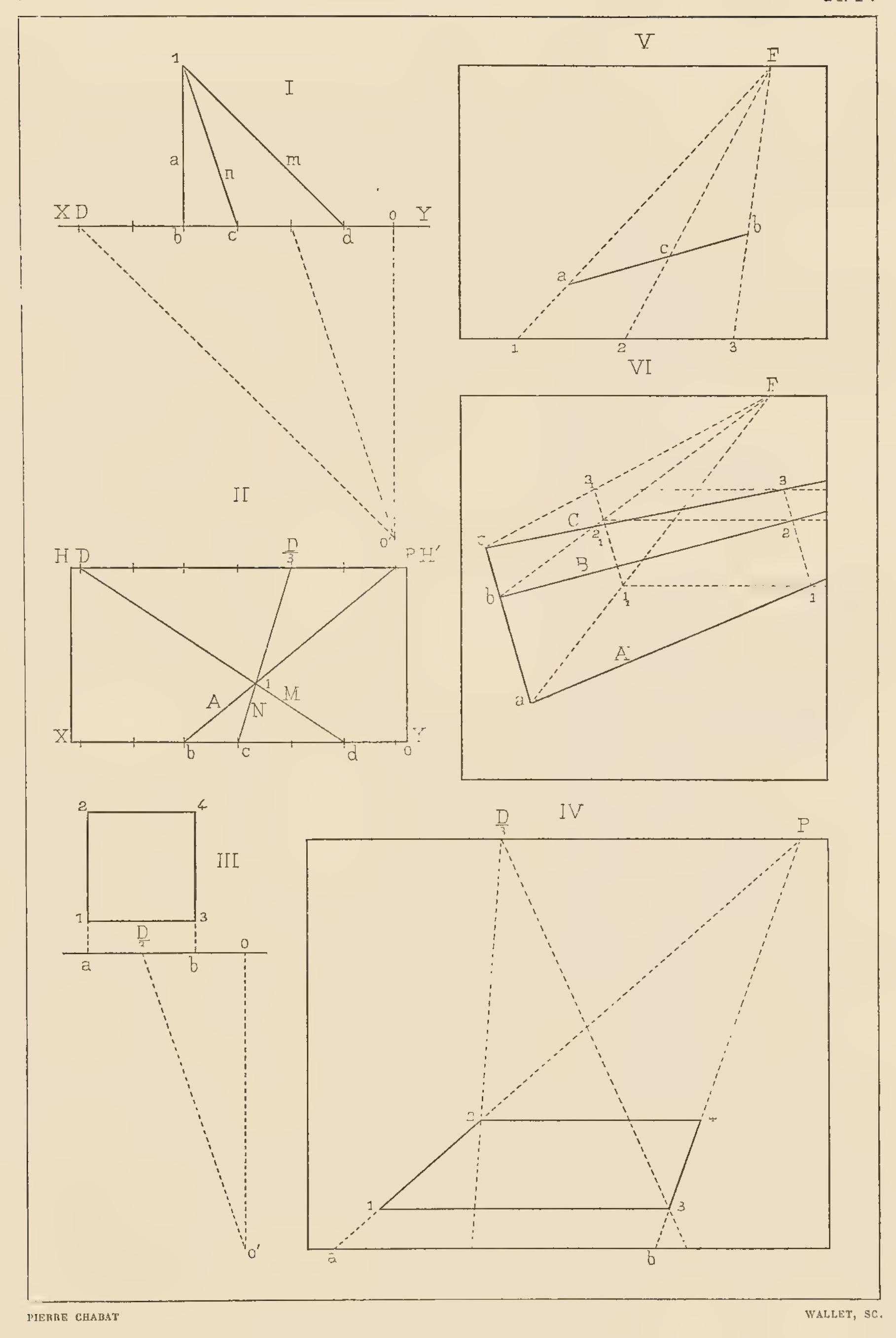
LIGNES D'ÉGALE INCLINAISON

LIGNES HORIZONTALES



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

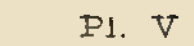
AMPLIFICATION DU TABLEAU



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

RÉDUCTION DU POINT DE DISTANCE

APPLICATION



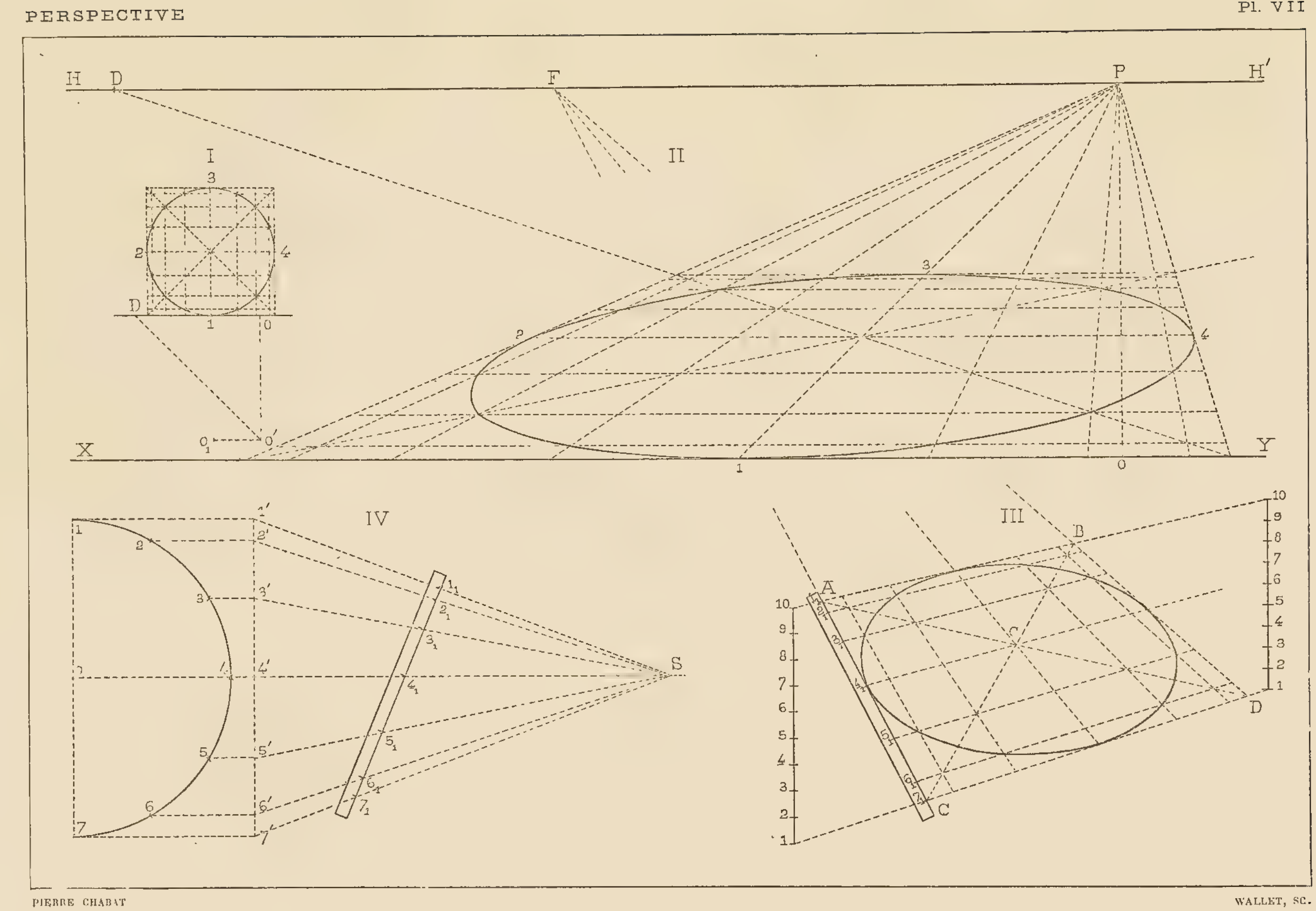


PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CARRELAGES

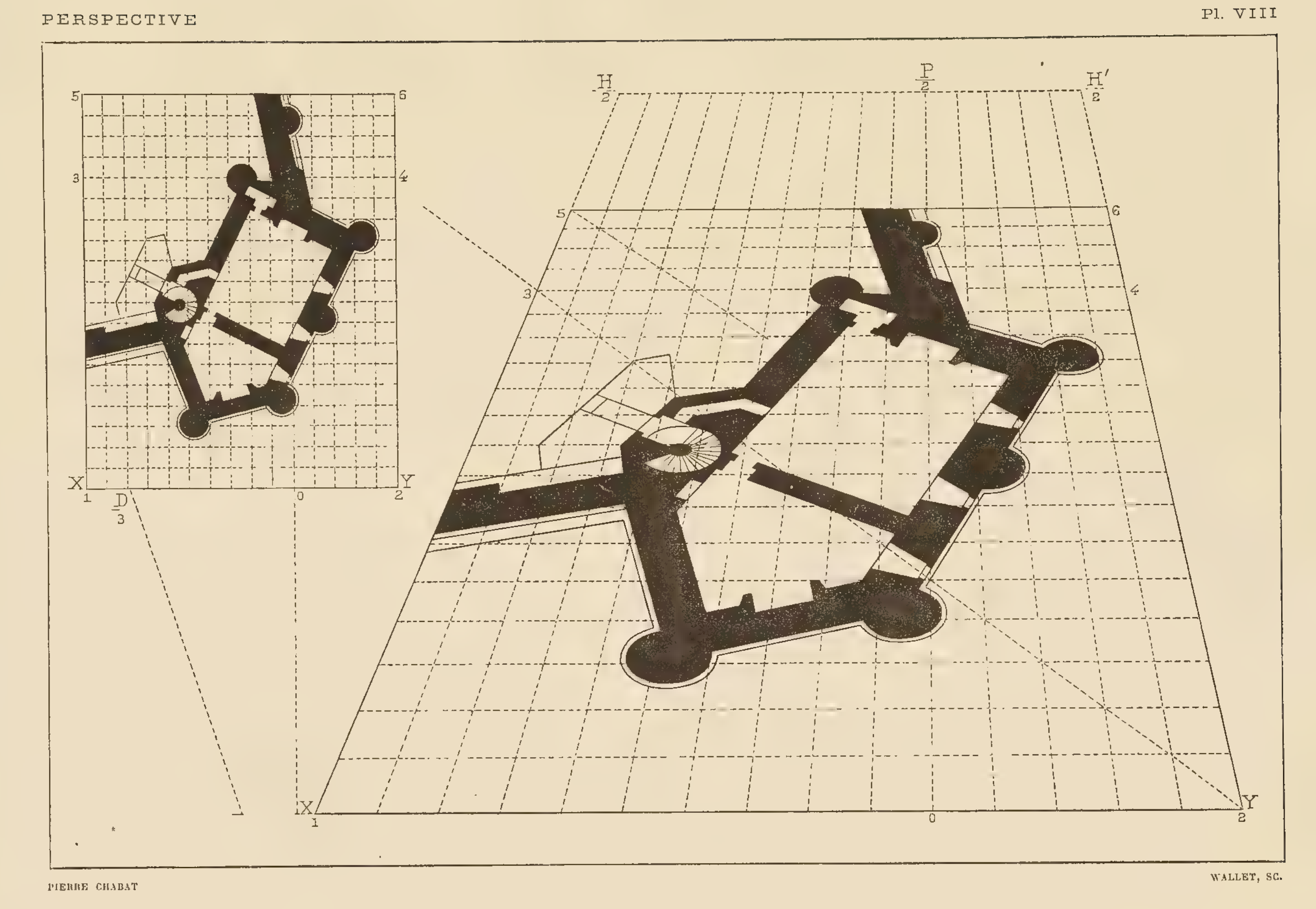
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CARRELAGES



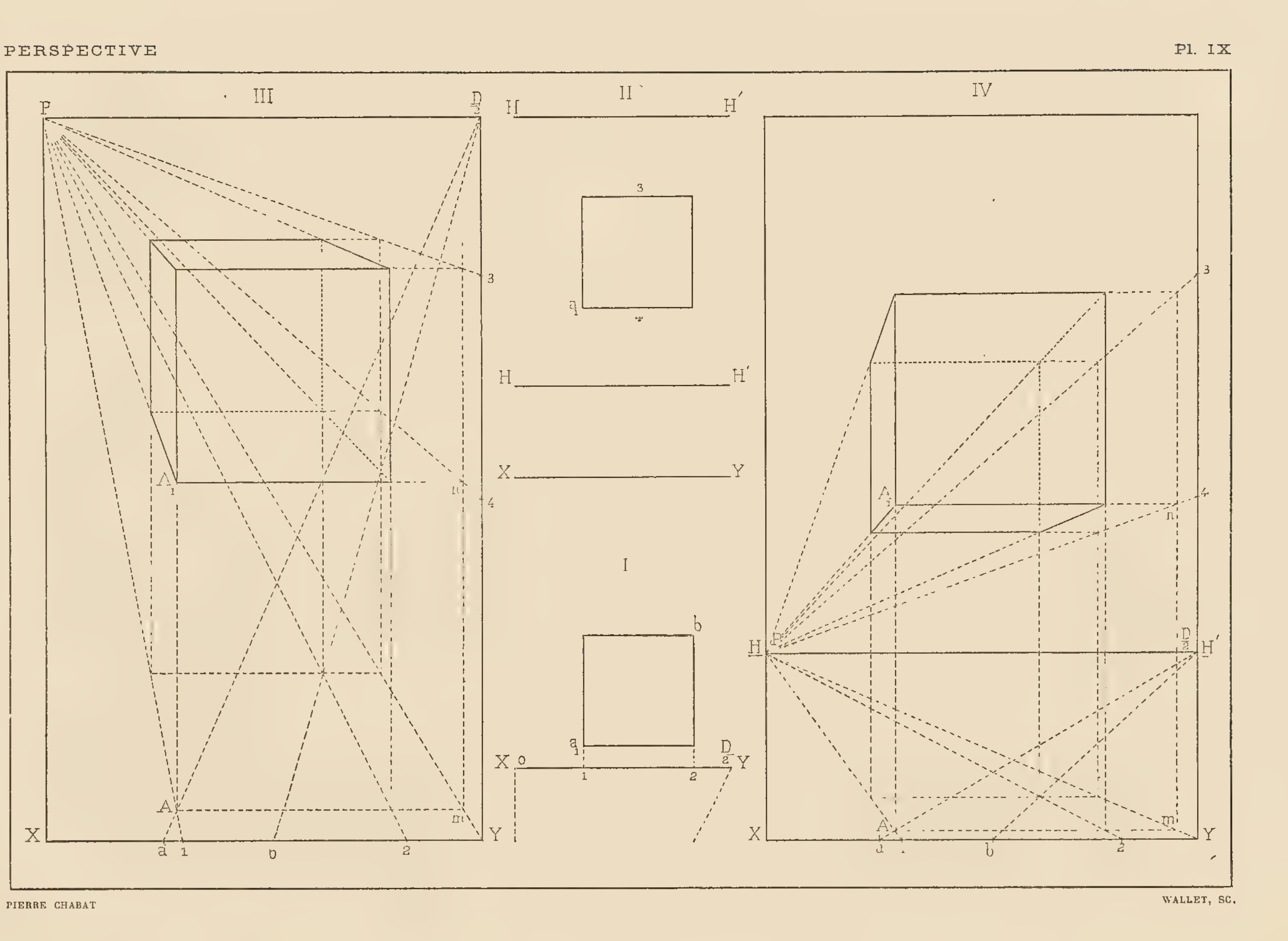
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CERCLE



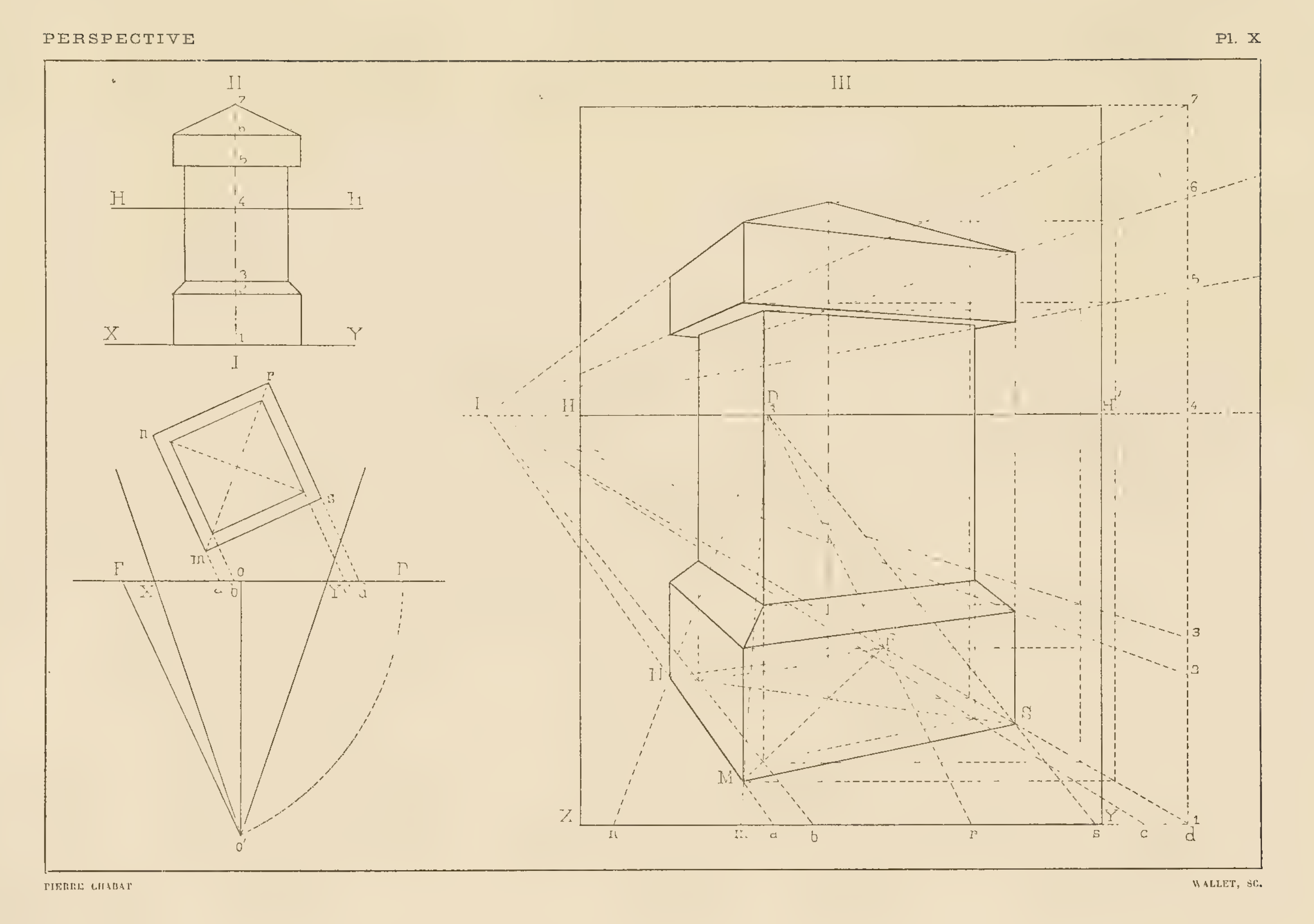
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

TREILLIS PERSPECTIF



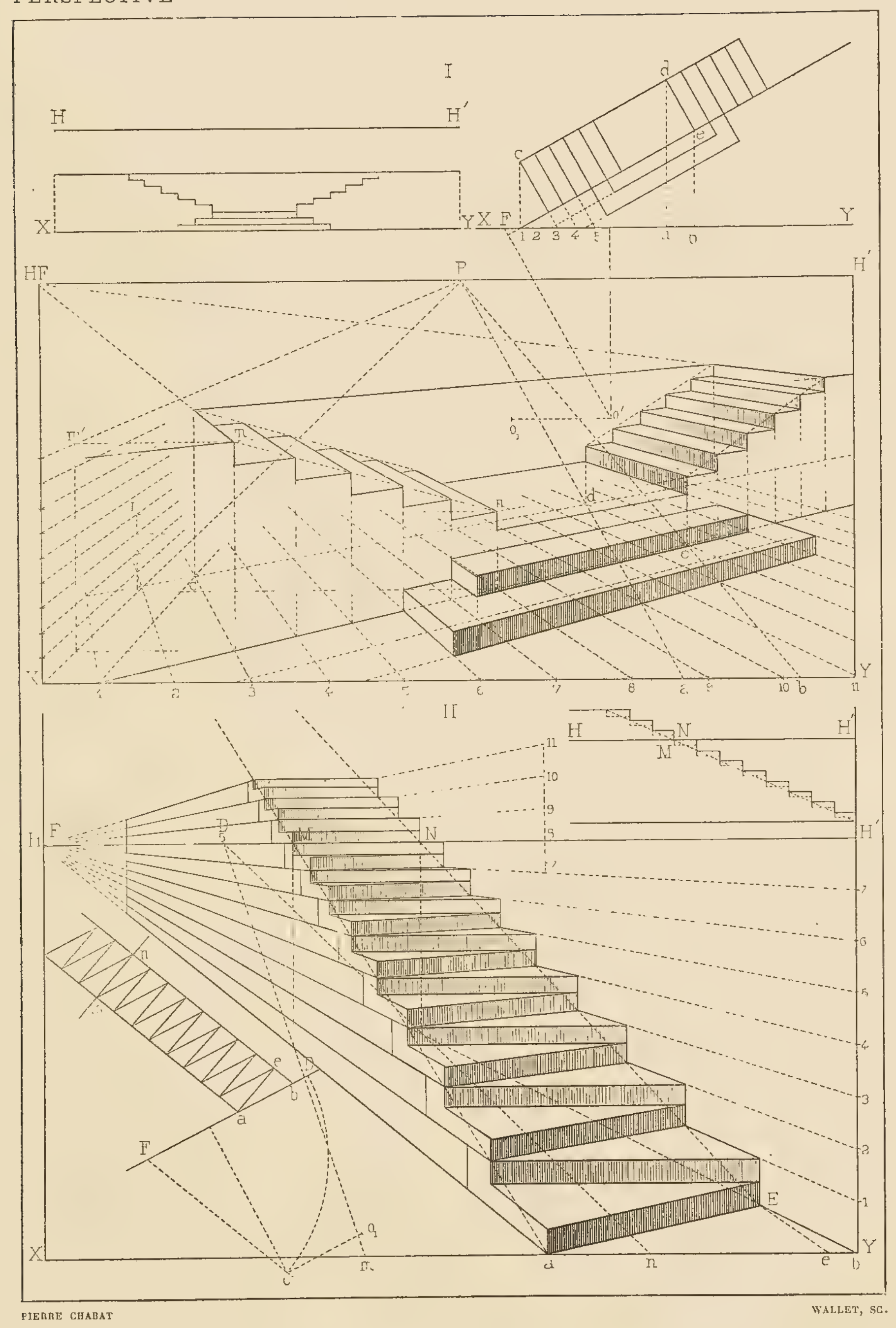
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ÇUBE



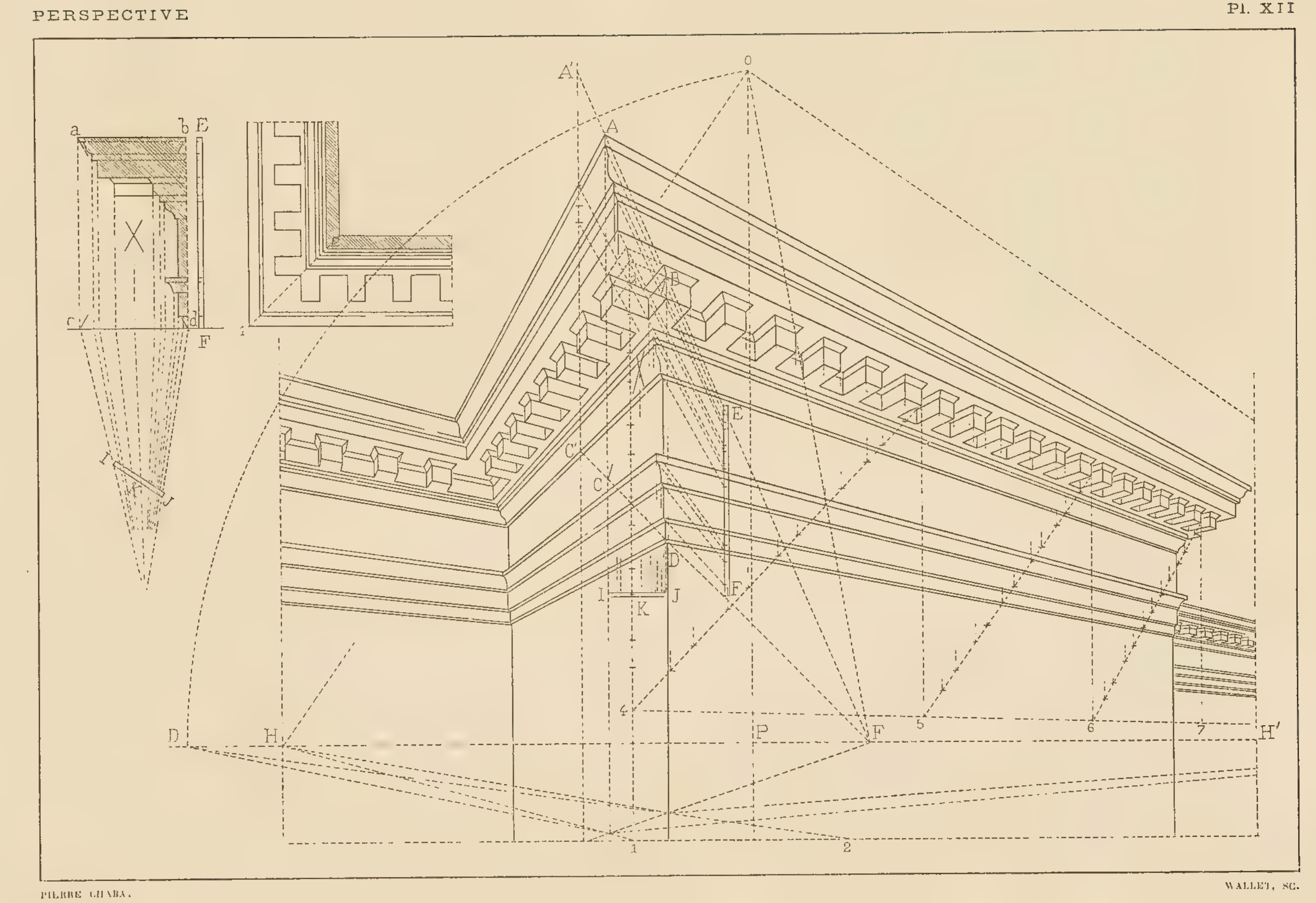
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

SOCLE



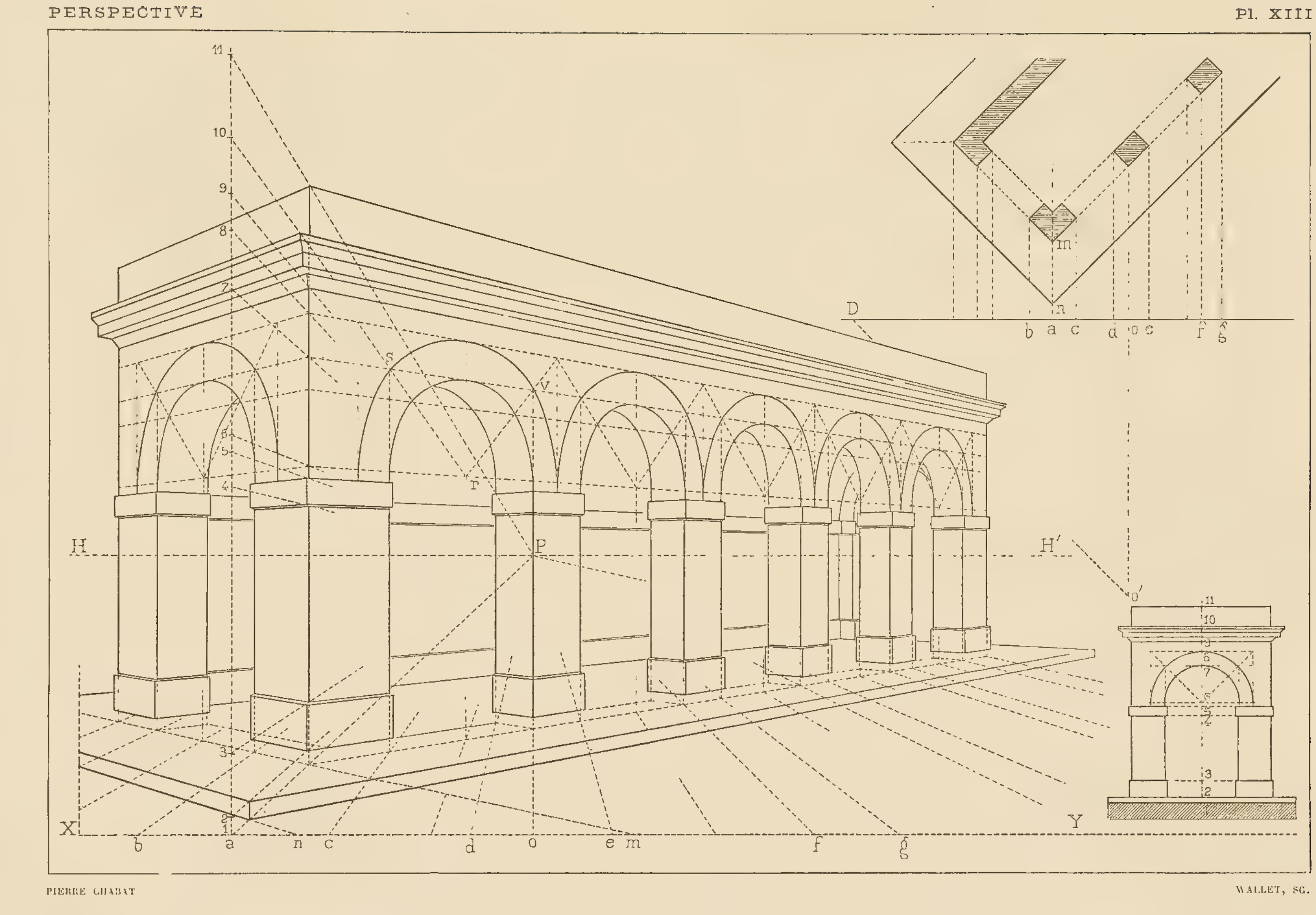
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ESCALIERS



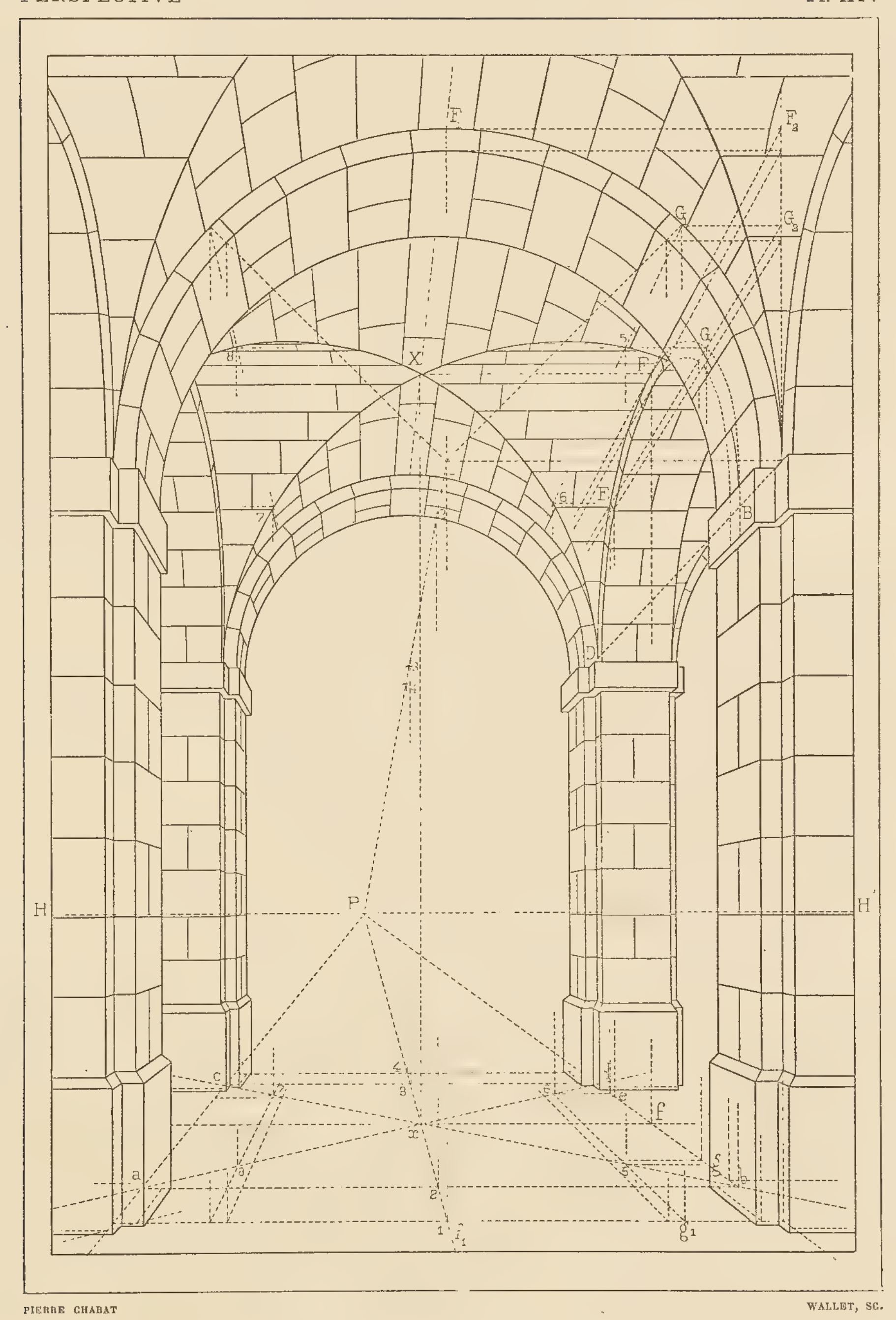
PIERRE CHABA. WALLET, SC.

ENTABLEMENT



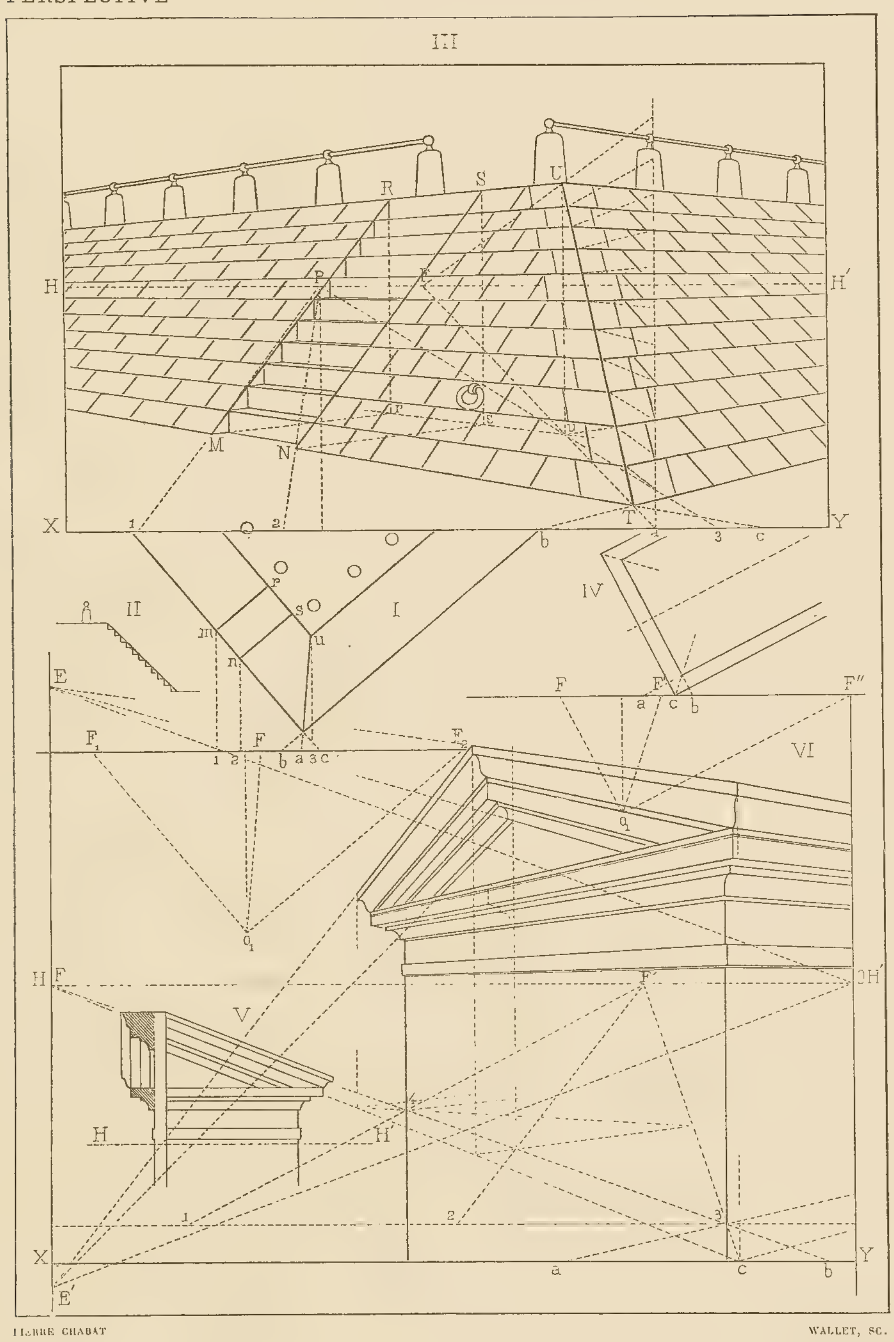
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PORTIQUE



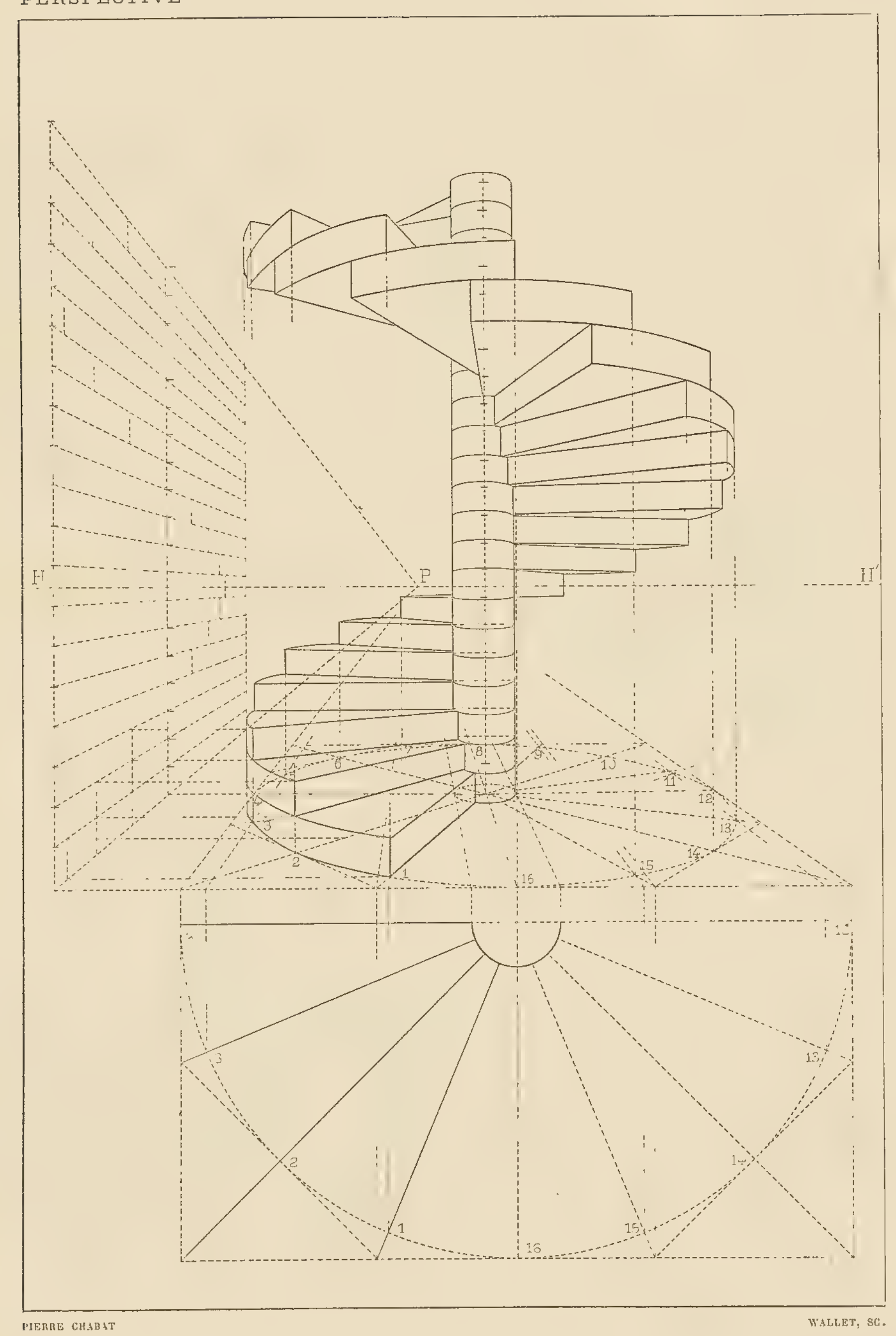
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

VOÛTE D'ARÊTE



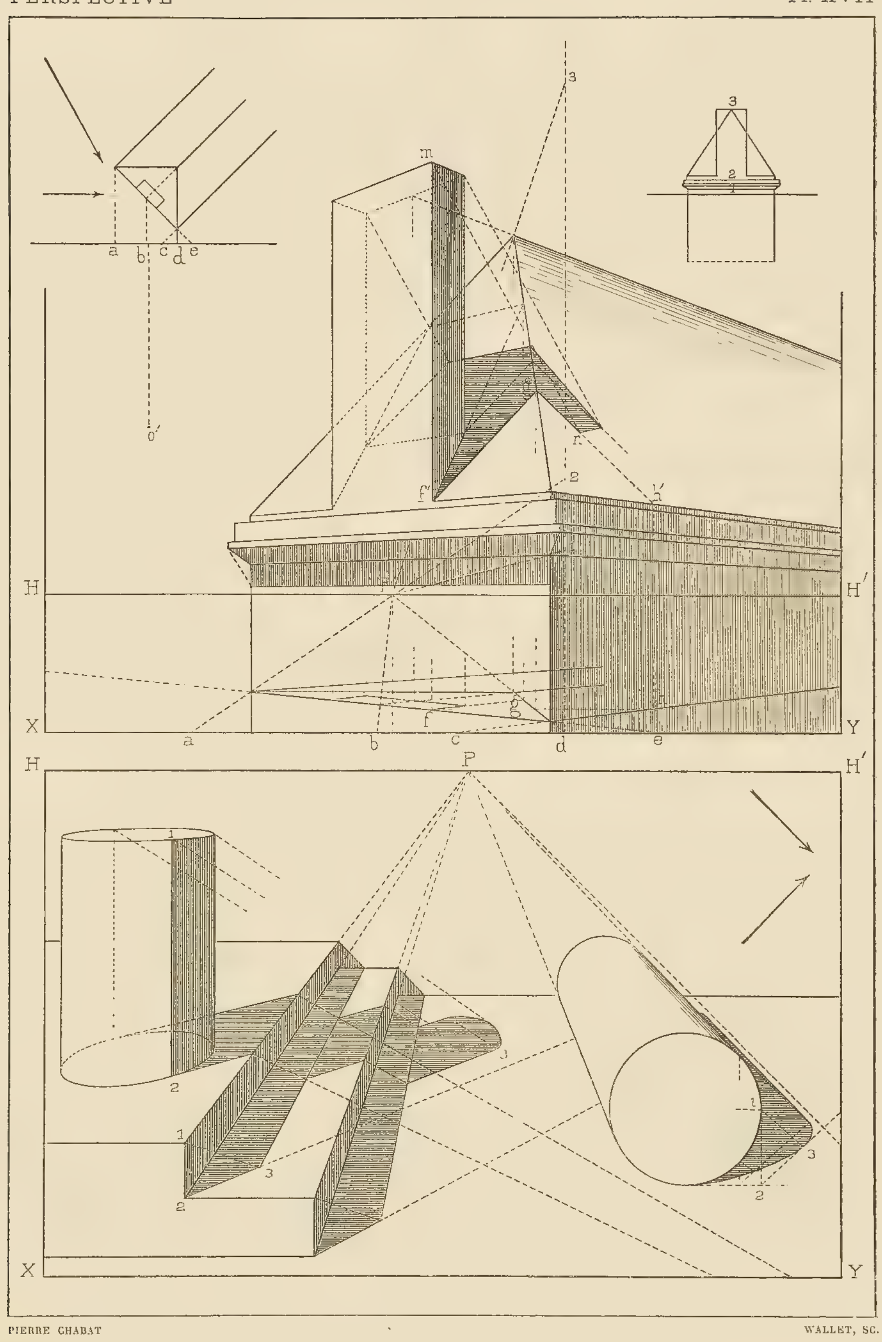
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

MUR DE QUAI — FRONTON



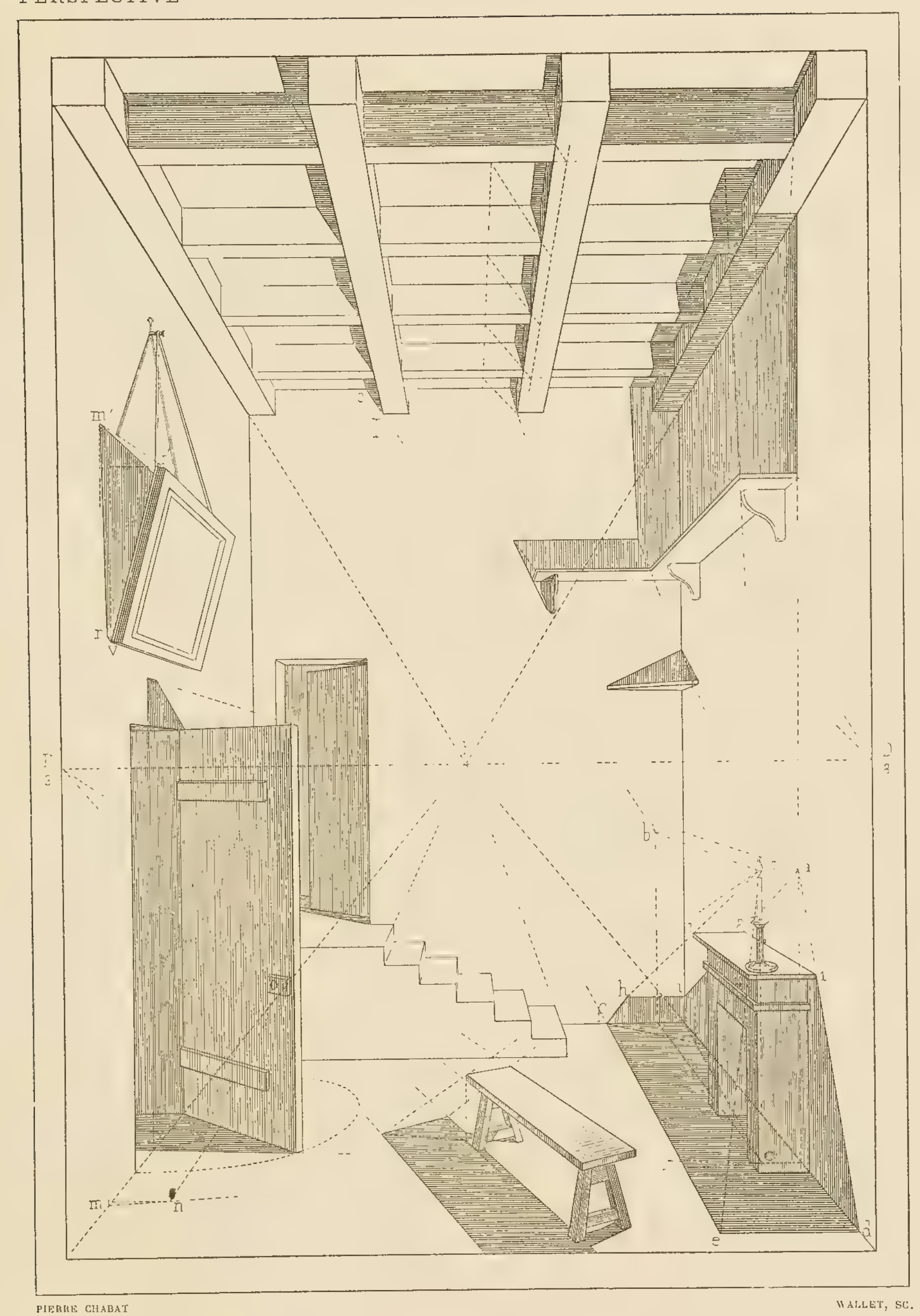
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ESCALIER A VIS



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

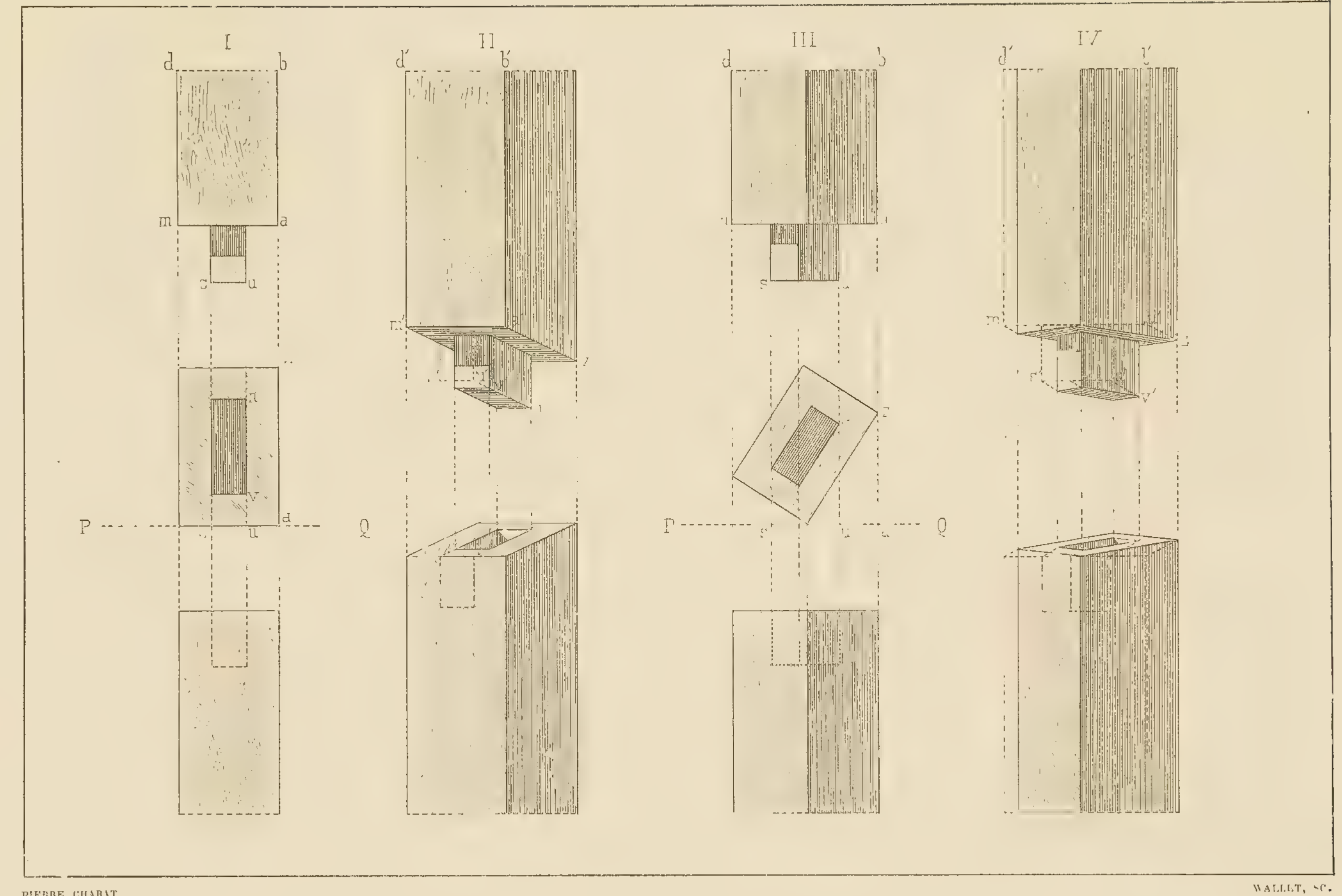
(OMBRES) CHEMINÉE — CYLINDRES



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PERSPECTIVE DES OMBRES

INTÉRIEUR



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PERSPECTIVE CAVALIÈRE

LA

MAÇONNERIE



OUTILLAGE — APPAREILS DES MURS
LINTEAUX — ARCS — PORTES — FENÊTRES
BOSSAGES — PIGNONS — CHAÎNES
PORTIQUES

PIERRE CHABAT WALLET, SC.

LA

MAÇONNERIE

On désigne par le mot *maçonnerie*, tout ouvrage composé de pierres naturelles ou artificielles reliées par du mortier, du plâtre, de la terre ou simplement posées à sec. Il y a aussi la maçonnerie de *pisé*, genre de construction en terre comprimée dans un moule ou un encaissement, de manière à former un massif continu et constituant une muraille revêtue à l'extérieur d'un bon enduit.

On distingue dans la *maçonnerie* les *gros ouvrages* et les *légers ouvrages*.

Les *gros ouvrages* comprennent tout ce qui constitue de la *maçonnerie* de *pierres*, *moellons*, *briques* ou *meulière* ; les *légers ouvrages* comprennent les enduits, les aires de planchers, les plafonds, les pans de bois, les cloisons légères, les coffres et tuyaux de cheminées, les moulures de corniches et autres ornements d'architecture quand ils sont en plâtre.

PLANCHE I

OUTILS DU TAILLEUR DE PIERRE

Polka. — Outil formé d'un marteau à deux têtes et d'un manche en bois. Des deux têtes, l'une est à biseau simple, l'autre à biseau dentelé (fig. 1).

Laie (Laye). — On donne le nom de *laie* ou *marteau bretté* à un marteau à deux têtes pourvues de tranchants, dont l'un est découpé en dents de scie (fig. 3). Cet outil sert à tailler le parement des pierres, à piquer les moellons, etc.

La *laie* que représente la figure 2 est également employée pour les moellons.

Masse. — La *masse* du tailleur de pierre (fig. 4) est un gros marteau à têtes carrées, dont l'ouvrier se sert pour frapper le poinçon avec lequel il perce la pierre. Cette *masse*, ainsi qu'on le voit, est à faces courbes, mais il y a aussi des *masses* à faces droites.

Pic. — Cet outil, qui sert à dresser des parements, est à deux pointes (fig. 5), ou bien à une seule pointe et à tête carrée (fig. 6).

Boucharde. — Marteau à deux têtes, dont les extrémités sont aciérées et formées de petites pyramides accolées, ou pointes de diamant (fig. 7).

Les tailleurs de pierre se servent de cet outil pour achever de dresser les parements déjà dégrossis à la pioche ; c'est en frappant à petits coups sur la surface de la pierre qu'ils enlèvent les aspérités.

Têtu. — Marteau à tête carrée qui sert à abattre la pierre pour la dégrossir près des arêtes. Nous donnons (fig. 8 et 9) deux *têtus* de formes différentes.

Compas. — Le *compas* du tailleur de pierre (fig. 10) est un *compas droit* dont les pointes sont munies, à leur base, de deux petites encoches qui facilitent l'ouverture des branches.

Gradine. — Ciseau à tranchant dentelé qui sert, dans la taille de la pierre, à enlever les aspérités laissées par le poinçon.

Pour les pierres dures, on se sert de *gradines* entièrement en fer à tête plate (fig. 11) ou en forme de tronc de cône (fig. 12) et que l'on frappe, la première avec le maillet, la seconde avec la masse.

Pour les pierres tendres on emploie soit des ciseaux à large tranche, soit des *gradines* montées sur des manches en bois, les unes à fers plats et les autres à fers bombés en forme de *gouges*.

MAILLET. — Outil de percussion composé d'un manche long d'environ 0m,20 et d'une masse de bois de charme, de frêne, de chêne, d'orme tortillard ou de buis, ayant 0m,17 de longueur sur 0m,11 à 0m,12 de hauteur et 0m08 d'épaisseur.

Le corps du *maillet* des tailleurs de pierre (fig. 13) est légèrement recourbé.

POINÇON. — Outil de fer qui a la forme d'une tige prismatique, à pointe quadrangulaire aciérée (fig. 14) et qui sert à abattre les plus fortes aspérités laissées sur la pierre par le travail du marteau.

PIED-DE-BICHE. — Ciseau en fer qui a deux tranchants à biseau très court (fig. 15) et qui sert à arracher les clous et les broches en fer retenus dans le vieux bois par la rouille.

CISEAU. — Tige de fer terminée, à l'une de ses extrémités, par un tranchant aciéré et, à l'autre, par un bourrelet ou champignon; cet outil (fig. 16) sert à former, sur le parement de la pierre, après le travail du *poinçon*, de la *gradine* ou de la *boucharde*, une série de petites cannelures plus ou moins fines; le *ciseau à bourrelet* est aussi nommé *ciseau à maillet*, du nom de l'outil avec lequel on le frappe; le *ciseau à main* diffère du premier en ce qu'il n'a pas de champignon; on frappe dessus avec une masse.

EQUERRE. — Les *équerres* du tailleur de pierre sont :

1° L'*équerre simple* ou règle coudée en fer plat (fig. 18);

2° L'*équerre mobile* ou *fausse équerre* (fig. 17) qui est formée de deux lames dont l'une, en bois ou en acier, rentre dans l'autre qui est en bois et porte de 0m,20 à 0m40, de longueur.

PLANCHE II

OUTILS DU SCIEUR DE PIERRE

SCIES. — Il y a deux sortes de *scies* à couper la pierre : l'une (fig. 1) a une lame pourvue de dents et sert à couper la pierre tendre; l'autre (fig. 2) a une lame sans dents, droite et unie dans sa monture; on l'emploie pour couper la pierre dure, en versant du grès pilé et de l'eau dans la voie que le fer forme dans la pierre.

CUILLER. — Outil à manche en forme de *cuiller*, avec lequel le scieur de pierre jette l'eau et le grès dans le trait de scie (fig. 3).

CLEF. — La *clef* que représente notre figure 4 sert à démonter la scie à pierre dure, lorsqu'on veut changer de lame.

PLANCHE III

OUTILS DU MAÇON ET DU POSEUR

Griffe. — Sorte de fourche à dents repliées (fig. 1) qui sert à triturer le mortier et le béton.

Rabot. — Instrument qui sert à remuer la chaux et à faire le mortier en opérant le mélange des matières qui le composent (fig. 2).

On dit aussi *Bouloir*.

Règle. — Les maçons emploient des *règles* rigides qui ont 1 ou 2 mètres de longueur (fig. 3).

Ces *règles* servent généralement pour voir si les enduits sont bien dressés.

Pelle. — Outil avec palette métallique (fig. 4) que les garçons maçons emploient pour faire le mortier, pour prendre le plâtre et le verser dans l'auge dans laquelle on le gâche.

Tire-cale. — Outil qui sert à retirer les *cales* de dessous les pierres posées ; cet outil a la forme indiquée par la figure 5.

Compas. — Instrument à branches de métal (fig. 6) qui sert à prendre des mesures de longueur ou d'épaisseur et à tracer des arcs.

Cheville (ou Chevillette). — Les chevilles servent à soutenir les règles sur lesquelles les maçons font glisser les calibres servant à traîner les corniches ou bandeaux d'une construction dont le ravalement est en plâtre.

La figure 7 donne le modèle exécuté par M. J. Pérille. Comme on peut le voir, l'arrêt est mobile, ce qui permet de serrer la règle plus facilement qu'avec l'ancien modèle (fig. 8), l'ouvrier étant obligé d'enfoncer cette dernière jusqu'à ce que la règle soit à sa place.

Tamis. — Tissus de crin ou de soie tendu au milieu d'un cadre de bois mince et que l'on emploie pour passer le plâtre ou le ciment fin.

Le plâtre ainsi passé est appelé plâtre au *tamis* et sert pour les enduits soignés.

La forme du *tamis* peut être de forme rectangulaire et à trois rebords, ou cylindrique, ainsi que le représente la figure 9.

Auge. — Caisse en bois dont se servent les maçons pour gâcher le plâtre. L'ouverture de l'*auge* (fig. 10) a ordinairement $0^m,65$ sur $0^m,40$; cette caisse va en se rétrécissant vers le fond ; le contenu s'appelle *augée*.

Rouleau. — Morceau de bois fusiforme que les poseurs, les bardeurs et les tailleurs de pierre emploient pour conduire les blocs d'un endroit à un autre (fig. 11).

On dit aussi *roule*.

Pince. — Barre de fer servant comme levier pour manœuvrer de lourds matériaux. La *pince* (fig. 12) est terminée par deux extrémités aplaties dont l'une est légèrement recourbée.

Dans certaines *pinces*, l'un des bouts est mobile autour d'une cheville en fer qui traverse la barre ainsi qu'on peut le voir dans la planche représentant les outils du charpentier, fig. 8.

Fiche. — Outil en fer qu'emploient les poseurs et qui affecte les formes indiquées par les figures 13 et 14 ; il sert à faire entrer le mortier dans les joints de la pierre.

Taloche. — Outil formé soit d'une planche mince, soit de plusieurs planches jointives (fig. 15) et au milieu duquel se trouve une poignée.

Le maçon se sert de la *taloche* pour étendre, sur le parement des murs, les enduits de plâtre ou de blanc en bourre.

Décintroir. — Marteau muni de deux taillants (fig. 16) dont les plans sont rectangulaires, et qui sert à équarrir les trous ébauchés.

On l'emploie aussi pour démolir ; les taillants écartent les joints des pierres.

Hachette. — Marteau dont le fer est carré d'un bout et tranchant de l'autre (fig. 17).

Ce marteau sert à faire les entailles dans les murs, à ébousiner les pierres, à enlever les vieux enduits, etc.

Seau. — Vaisseau en bois ou en métal qui sert à puiser et porter de l'eau ou contenir des matériaux liquides, tels que du ciment ou du mortier qui vient d'être gâché (fig. 18).

Plomb. — Masse métallique cylindrique ou en tronc de cône (fig. 19) par le milieu de laquelle passe un fil qui sert à la suspendre. Une plaque carrée appelée *chas*, dont la dimension est celle du diamètre le plus grand du *plomb*, est également enfilée par le fil, le long duquel elle peut se mouvoir. On reconnaît qu'un mur est vertical lorsque le *chas* étant appliqué, par une de ses arêtes, contre le parement de ce mur, dans le haut, le *plomb* tombant librement touche, sans s'y appuyer, la partie inférieure de ce parement.

On dit aussi *fil à plomb*.

Oiseau. — Sorte de caisse ouverte employée pour transporter le mortier à dos.

L'*oiseau* est pourvu à sa partie antérieure (fig. 20) d'une planchette qui s'applique contre le dos du manœuvre et de deux bras entre lesquels celui-ci passe la tête et qu'il maintient sur ses épaules.

Mire. — Les poseurs se servent d'une *mire* dont la forme est représentée par la figure 21.

Sauterelle (fausse équerre). — L'équerre *mobile* ou *fausse équerre*, représentée par la figure 22, est formée de deux lames dont l'une, en bois ou en acier, rentre dans l'autre, qui est en bois et porte de $0^m,20$ à $0^m,40$ de longueur.

Truelle. — Outil qu'on emploie pour étendre le mortier sur les joints ou pour faire les enduits de plâtre. C'est une lame de fer ou de cuivre en forme de trapèze, munie d'un manche recourbé (fig. 24).

La figure 23 représente la *truelle* du poseur, dite *truelle arrondie* ; la figure 25 la *truelle* dite *spatule à joint* et dont la lame est en acier.

Riflard. — Outil que les maçons emploient pour couper le plâtre et qui se compose d'une lame mince en métal, montée sur un manche court (fig. 26).

Le *riflard* sert à égaliser les surfaces en enlevant le plâtre en excès, et à finir les ouvrages de ravalement exécutés avec cette matière.

Guillaume. — Outil que les maçons et tailleurs de pierre emploient pour parfaire certaines moulures ébauchées sur le plâtre ou la pierre.

On distingue plusieurs sortes de *guillaumes :* la figure 27 représente un *guillaume à mouchette,* la figure 28 le *guillaume à dégager* et la figure 29 le *guillaume rond.*

Niveau. — Le *niveau* rectangulaire (fig. 30) peut s'appliquer par sa partie supérieure ou par sa partie latérale.

Le fil à plomb passe par le milieu des traverses horizontales, dont une au moins affleure les règles verticales.

Le *niveau* que nous donnons ci-contre (fig. 1) est un châssis composé de trois règles dont deux forment un angle droit. Les extrémités *m* et *n*, qui dépassent la traverse *o*, *p*, sont coupées parallèlement à celle-ci : ce sont les pieds du *niveau*. Au sommet *z* de l'angle droit est

Fig. 1

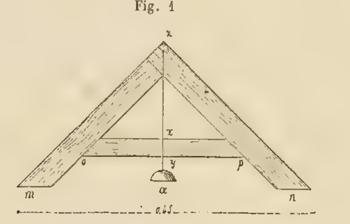
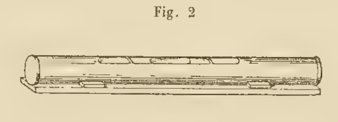


Fig. 2



attachée une ficelle portant un plomb *a* qui la tend ; la ligne qui suit ce fil, lorsque les pieds du châssis reposent sur une ligne horizontale, s'appelle la *ligne de foi* ; la direction verticale de cette ligne est marquée sur la traverse par un trait *x y*, qui lui est perpendiculaire.

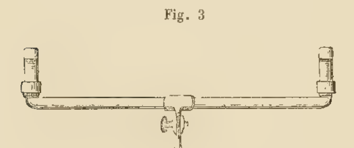
Pour s'assurer de l'horizontalité d'une droite ou d'un plan, on y pose les pieds de l'ins-

trument et l'on voit si, lorsque, après avoir incliné un peu le châssis en avant, on le ramène en arrière, le fil vient battre la ligne de foi. Ce *niveau* sert à poser les assises de pierre ou de brique, à tracer les cadres des enduits, etc.

Le niveau à bulle d'air se compose d'un tube en verre (fig. 2) légèrement courbé vers le haut, enchâssé dans une monture métallique et reposant sur une platine en métal. Le tube est rempli d'eau, d'alcool, d'éther ou de sulfure de carbone ; on ménage seulement la place d'une bulle d'air, qui vient se loger d'elle-même vers le haut de la courbure du tube, c'est-à-dire au milieu, quand la platine est horizontale, mais qui marche vers l'une des extrémités, aussitôt qu'on soulève un peu celle-ci. L'enveloppe porte, à sa partie supérieure, une échancrure au moyen de laquelle on peut se rendre compte de la disposition de la bulle. Celle-ci, lorsque la platine est horizontale, est comprise entre deux traits marqués sur le verre même et que l'on appelle ses *repères*. Pour vérifier, avec cet instrument, si une assise est horizontale, on pose la platine sur cette assise et on s'assure que la bulle est entre ses repères. Afin de ne pas commettre d'erreur, on retourne le *niveau* bout pour bout et l'on fait la même vérification. Les extrémités de la bulle peuvent ne pas correspondre aux repères, qui ne sont souvent que deux traits arbitraires marqués à égale distance du milieu du tube, mais qui sont suivis de traits équidistants, et le *niveau* est horizontal, lorsque les extrémités dépassent les repères du même nombre de divisions de chaque côté. Dans les *niveaux* ordinaires comme celui que représente notre figure, ces divisions n'existent pas.

Pour la levée des plans, pour les opérations nécessaires à la plantation d'un bâtiment, on se sert fréquemment du *niveau d'eau* (fig. 3 ci-contre), appareil fondé sur la propriété que possèdent les liquides placés dans des vases communiquants, à savoir que les surfaces de ces liquides, dans les vases, sont toujours sur un même plan horizontal.

Fig. 3



L'instrument est un tube en fer blanc ou en cuivre, de $0^m,04$ environ de diamètre, de $1^m,30$ à $1^m,60$ de longueur et relevé à angles droits à ses deux extrémités, de manière à former deux coudes de $0^m,06$ de hauteur, dans lesquels sont lutées, au moyen de mastic ou de cire, deux fioles en cristal de $0^m,03$ à $0^m,04$ de diamètre et $0^m,08$ à $0^m,12$ de longueur visible. Ce tube est porté par un pied à trois branches de $1^m,50$ environ de hauteur, auquel il est lié par une genouillère à coquille, de façon à pouvoir tourner autour d'un axe vertical et à faire un *tour d'horizon*.

L'appareil est rempli d'eau ou mieux d'un liquide coloré, jusqu'aux trois quarts de la hauteur des tubes de verre, ce qui donne un plan horizontal.

Lorsqu'on veut se servir de ce *niveau*, on place verticalement la partie du support qui entre dans la douille et, à l'aide d'une vis, on dispose le tube horizontalement ; si l'on mène alors un rayon visuel rasant les deux surfaces de l'eau, on a une ligne horizontale nettement déterminée.

Tire-joints. — Outil formé d'une tige recourbée en fer et que l'on emploie dans les rejointoiements, en le faisant glisser le long d'une règle, pour lisser les joints, quand on veut que leur surface vue soit plate et affleure le nu du parement (fig. 31).

Truelle brettée. — Truelle en fer à bord dentelé comme une lame de scie et dont on se sert pour gratter la surface d'un enduit (fig. 32).

Gouge. — Cet outil sert à ravaler les plâtres, à parfaire les gorges, les arrondis, les arêtes vives, droites ou coudées ; celle que nous donnons figure 33 est en arc de cercle.

Grattoir. — Outil d'acier plat pourvu d'un manche et qui sert à gratter les enduits.

La figure 34 représente un *grattoir* dit *demi-lune gradiné* et la figure 35 donne le *grattoir* proprement dit. Ce dernier diffère du *riflard* par sa dimension qui est plus petite et par sa lame qui est taillée en sifflet, ce qui lui permet de ravaler le fond des moulures, des gorges, etc.

Équerre. — Instrument de bois ou de métal qui sert à élever des perpendiculaires, à tracer et à vérifier des angles droits.

Les *équerres* varient de forme suivant l'usage auquel ces instruments sont destinés.

La figure 36 donne une *équerre* simple ou règle coudée en fer plat, dont les branches sont d'inégale longueur ; la plus grande a environ $0^{m},50$ de hauteur.

PLANCHES IV et V

MURS EN PIERRE

Un *mur* est un ouvrage de construction composé d'éléments tels que la pierre de taille, le moellon, la brique, la meulière, le caillou, le pisé, etc.

Les *murs* qui ne font que porter sont appelés *murs de fondation* : ce sont ceux qui reçoivent toute la charge des constructions et que l'on établit, en bons matériaux, sur le sol résistant, à une certaine profondeur au-dessous de la surface du terrain sur lequel on bâtit.

Dans certaines constructions, le *mur de fondation* est continué, soit sur la même épaisseur, soit avec une retraite, jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du sol, pour mieux garantir le rez-de-chaussée de l'humidité des terres ou de l'eau de pluie ; il prend alors le nom de *mur de soubassement*.

Les *murs* qui soutiennent des terres, appelés *murs de terrasse* ou de *soutènement*, sont construits en talus au dehors et en contreforts ou retraites en dedans. En raison de l'humidité des terres soutenues, où l'eau ne trouve pas d'issue, on pratique généralement dans ces *murs* des ouvertures étroites appelées *barbacanes* ou *chantepleures* qui permettent à l'eau de s'échapper.

Les *murs* qui limitent, au-dessus du sol, certains espaces, peuvent simplement enclore un terrain et se nomment *murs de clôture* ; ou bien ils enceignent un bâtiment et, dans ce

cas, ils peuvent être eux-mêmes *murs de fondation* et servir, en même temps, à clore des espaces, tels que des caves utilisées au-dessous du rez-de-chaussée.

Les autres *murs* qui forment enceinte au-dessus du sol se nomment *murs de pourtour* ou *murs extérieurs*. On leur donne certaines dénominations telles que celles-ci :

Mur de face : mur extérieur d'un bâtiment qui est placé, soit du côté d'une vue, ou de l'entrée principale, soit du côté des cours et jardins ;

Mur latéral : mur en dehors du *mur* de face et pouvant être mitoyen ;

Mur pignon : mur dont la partie supérieure, affectant la forme des rampants du comble, reçoit l'extrémité du comble.

Les *murs* qui divisent et constituent les espaces ou pièces que l'on veut établir dans les édifices prennent le nom de *murs de refend*.

Ces deux espèces de *murs*, *murs extérieurs* ou *murs de refend*, peuvent également concourir à supporter le poids d'une ou plusieurs parties de la construction ; on leur donne alors une épaisseur convenable pour cet objet et on les désigne sous le nom de *gros murs*.

Les *murs* peu épais qui servent seulement à former des divisions dans un même étage — *murs* qui ne portent d'autre charge que celle de leur propre poids — se nomment *cloisons*.

D'après les diverses fonctions que les *murs* ont à remplir, on leur donne encore les dénominations suivantes :

Mur en aile : mur droit ou courbe construit en avant de la face de tête d'un pont et servant de *mur de soutènement* ;

Mur d'appui ou de *parapet : mur* qui n'a que 1 mètre environ de hauteur au-dessus du sol ;

Mur d'allège : celui qui forme l'appui d'une croisée ;

Mur en décharge : mur dont le poids est soulagé par des arcatures en maçonnerie ;

Mur de dossier : mur en exhaussement sur un *mur de pignon* et contre lequel sont adossés des tuyaux de cheminée ;

Mur de douve : mur intérieur d'un réservoir ou d'un bassin ;

Contre-mur : mur appuyé contre un autre pour le consolider ou pour satisfaire à certaines prescriptions légales ;

Mur parpaing : mur formé de pierres posées de champ et qui en font toute l'épaisseur ; ces *murs* servent pour les échiffres et pour les soubassements de cloisons ;

Mur de quai : mur de soutènement retenant les terres sur les berges d'un canal, d'un fleuve, sur le pourtour du bassin d'un port, aux quais d'une halle à marchandises ;

Mur de barrage : celui qui maintient les terres ou la maçonnerie formant un *barrage*.

La maçonnerie seule doit être employée pour toute construction quelque peu importante. On distingue plusieurs sortes de maçonneries : la maçonnerie homogène en pierres de taille, en moellons, en briques, en meulière, et la maçonnerie mixte, dans laquelle ces divers éléments sont combinés entre eux.

On entend par le mot *appareil* la disposition donnée aux pierres de taille employées dans la construction des édifices.

On nomme aussi *appareil* l'ensemble des méthodes qui permettent de donner à ces matériaux les dimensions exigées par la place qu'ils doivent occuper.

Les moellons, les briques et la meulière reçoivent aussi des formes particulières.

Les *appareils* employés pour la construction des édifices les plus anciens où la pierre ait été utilisée, sont de forme très irrégulière. On trouve en Asie des exemples de murailles exécutées avec des blocs polygonaux de toutes dimensions. Cette disposition existe également dans les monuments primitifs de la Grèce et de l'Italie, et, en particulier, dans les acropoles des temps héroïques. Le nom d'*appareil polygonal* a été donné à ce genre de construction. Tantôt les vides laissés entre eux par les blocs polygonaux irréguliers, sont remplis à l'aide de petites pierres (fig. 1, pl. IV) : ce sont les constructions dites cyclopéennes, telles que les anciens murs de Tyrinthe et d'Argos ; tantôt les joints sont taillés et dressés de manière à juxtaposer les angles saillants et rentrants (fig. 2, pl. IV) : ce sont les constructions, plus modernes, dites *pélasgiques*.

Dans les premiers *appareils helléniques*, l'horizontalité des assises est recherchée (voir la fig. 1 ci-après) : tels sont les murs de Mantinée, de Mycènes et de Platée, en Grèce.

Fig. 1

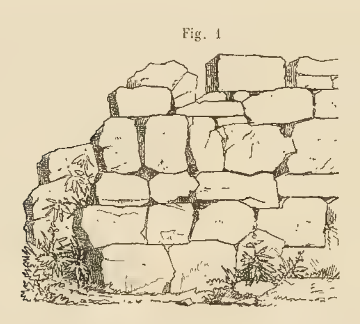
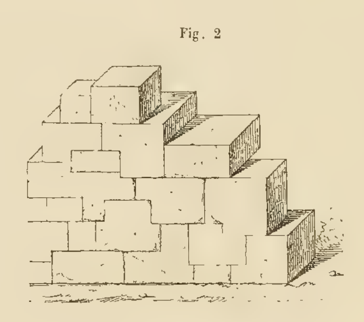


Fig. 2



Nous citerons encore comme appartenant aux appareils irréguliers, la disposition que représente notre figure 2 et dans laquelle des pierres de toutes dimensions sont ajustées par assises rompues. Les Romains ont fréquemment employé ce mode de construction, par exemple au théâtre de Marcellus, au Colisée, à la porte Majeure, aux arcs de Janus, de Septime Sévère, de Constantin, aux ponts et aux quais du Tibre. Les modernes l'ont également appliqué, notamment à Saint-Pierre de Rome.

Le dressement des lits conduisit à l'horizontalité des assises ; enfin, l'emploi des parallélipipèdes réguliers permit de composer divers *appareils*, devenus communs à tous les peuples et usités aujourd'hui.

Citons d'abord l'*appareil* à *assises régulières* (isodomon des Grecs) dans lequel (fig. 1, pl. V) les assises sont égales et les blocs posés de façon à ce que les joints de même niveau correspondent aux milieux des pierres qui forment le rang supérieur ; et l'*appareil à assises alternativement hautes et basses* ou *pseudo isodomon* (fig. 3, pl. IV) ; nous présentons (fig. 3, pl. V) un second système composé de carreaux.

Des murs d'une certaine épaisseur peuvent s'exécuter avec des blocs disposés en boutisses (fig. 4, pl. IV), c'est-à-dire offrant leurs petits côtés en parement.

La figure 2, planche V, représente l'*appareil en carreaux et boutisses*, les premières de ces pierres montrant leur grand côté, dans le sens longitudinal, et les secondes formant liaison. Les Grecs ont employé ce procédé.

Parmi les *appareils* réguliers, il en est quelques-uns dont on a retrouvé d'assez nombreuses applications pour que l'on doive les citer, tels sont :

L'*appareil triple en épaisseur* de deux en deux assises (fig. 5, pl. IV), les assises intermédiaires étant composées de boutisses ;

L'*appareil enchaîné* (fig. 6, pl. IV) formé de pierres qui sont alternativement refouillées, de manière à s'encastrer les unes dans les autres, comme on en a retrouvé au théâtre de Marcellus.

Notre figure 3 ci-dessous, en perspective cavalière, donnera une idée exacte de la disposition de cet appareil.

Fig. 3

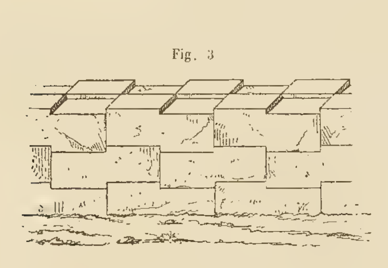
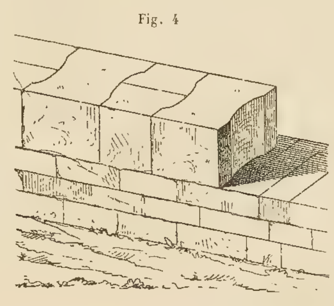


Fig. 4



La figure 4 représente un *appareil* dans lequel les pierres d'une même assise s'emboîtent latéralement l'une dans l'autre, disposition propre à être employée dans les maçonneries exposées à des efforts violents, comme les digues, quais et phares construits à la mer.

A côté de ces *appareils*, que nous pouvons appeler *simples* parce qu'ils sont formés de matériaux de même nature, il y a les *appareils mixtes*, tels que : la maçonnerie de blocailles comprises entre deux parements, soit de moellons bruts, comme l'*appareil antique ou irrégulier* (*opus incertum* des Romains) figure 5, soit de moellons taillés en tête, comme

Fig. 5

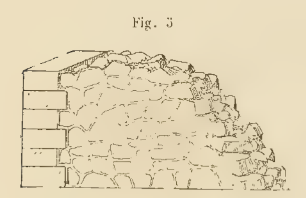


Fig. 6

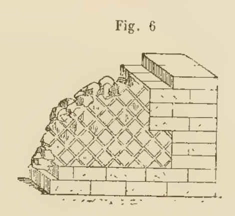
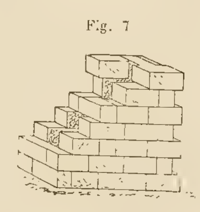


Fig. 7

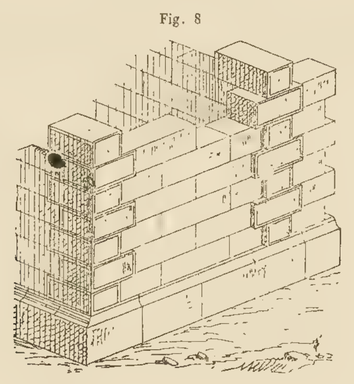


l'*opus reticulatum* figure 6, ou bien encore de pierres de taille, comme l'*emplecton* des Grecs figure 7. Les murs ainsi construits sont maintenus, à leurs angles, ou de distance en distance, par des chaînes en pierre à assises régulières.

Nous terminerons par les différents *appareils* des angles de murs ainsi que ceux employés pour les murs de refend et les murs de face. Nos figures 4, 5 et 6 (pl. V) montrent ces différents *appareils* de chaînes avec le moellon, la brique et la meulière.

On voit en A et en B l'*appareil en besace :* A représente l'angle d'une construction et B indique cet *appareil* d'un mur de refend avec un mur de face. Notre figure 8 fera comprendre facilement cet *appareil.*

Fig. 8



Les *appareils* C et D sont ceux qui doivent être employés quand on a à sa disposition les matériaux nécessaires.

PLANCHE VI

BOSSAGES

Nom que l'on applique à des saillies, brutes ou façonnées par l'outil, qu'on donne aux pierres employées dans les constructions. Au point de vue de la décoration, le principe qui consiste à accuser les diverses parties de l'œuvre conduit à indiquer l'*appareil* dans les constructions en pierres de taille. On a employé, à cet effet, les *bossages.*

Notre fig. 1 représente un *bossage* en tables : on dit aussi *bossage carré.*

La fig. 2 le *bossage en pointes de diamant* dont le parement a quatre glacis qui se terminent en un point ou par une arête.

La fig. 3 le *bossage à onglet* dont l'arête est abattue en chanfrein, de façon à former avec le *bossage* continu un angle droit.

Enfin, la fig. 4 le *bossage arrondi* ou *rustique* dont les arêtes sont arrondies.

PLANCHES VII ET VIII

APPAREILS DE MURS EN BRIQUES

La construction des murs en briques exige un soin tout particulier, non seulement pour que ces murs offrent une solidité parfaite, mais aussi pour que certains effets puissent être obtenus, tant par la disposition des joints que par la couleur des matériaux, dans le cas où les parements sont laissés en vue.

Les dimensions usuelles des briques ont été prévues de telle sorte que cette double condition puisse être réalisée. Mais de ces dimensions mêmes résulte l'épaisseur des murs, ceux-ci se réduisant, sous ce rapport, à un certain nombre de types ; ainsi, avec la brique Bourgogne, de $0^{m},22 \times 0^{m},11 \times 0^{m},55$, on construit des murs de $0^{m},11$, de $0^{m},22$, de $0^{m},33$, de $0^{m}44$,etc. d'épaisseur.

Nos planches 7 et 8 offrent un certain nombre d'appareils usités pour ces différentes épaisseurs ; on y voit figurés, les parements avec indication des dessins obtenus suivant les différents appareils, ainsi que les plans sur lesquels est également figurée la construction de ces murs.

L'appareil d'une cloison de $0^{m},555$ ou de $0^{m},11$ d'épaisseur, c'est-à-dire d'un mur de briques posées de champ ou à plat, est excessivement simple. C'est l'appareil *régulier* adopté par les anciens et les modernes, pour les murs en pierre de taille ; les joints d'une assise tombent au milieu des pleins de l'assise placée au-dessus, fig. I, pl. 7.

Dans les murs de $0^{m},22$ d'épaisseur, les briques peuvent être combinées de plusieurs façons :

1° Les assises sont formées de *boutisses* avec joints chevauchés, fig. II, pl. 7.

2° Une assise est composée de deux *panneresses* avec joints chevauchés, comme le montre le plan, et l'assise placée au-dessus de boutisses occupant toute l'épaisseur du mur et recouvrant les joints, fig. III, pl. 7.

3° Une assise est formée de deux briques panneresses juxtaposées deux à deux, suivant toute leur longueur, et l'assise au-dessus de briques boutisses recouvrant les joints, fig. IV, pl. 7.

4° Le mur est composé d'assises alternées de boutisses et de panneresses posées joints sur pleins. Les joints montants des boutisses sont situés sur les mêmes verticales dans toute la hauteur du mur et se correspondent de deux en deux tas, tandis que ceux des panneresses ne se rapportent aux mêmes verticales que de cinq en cinq tas, fig. V, pl. 7. Cette disposition, généralement adoptée en Belgique, a reçu des Wallons le nom d'*appareil en losange*. Elle est très avantageuse : les joints y sont très contrariés et la liaison est complète dans tous les sens.

5° Une disposition fréquemment employée en Angleterre, est représentée par la fig. I, pl. 8. Chaque tas est formé de boutisses et de panneresses alternées.

6° Enfin, l'on peut encore adopter un arrangement dans lequel chaque assise est

composée alternativement de deux panneresses et de trois boutisses juxtaposées, fig. I, pl. 8.

Pour les murs de $0^m,33$, c'est-à-dire ayant une épaisseur égale à une fois et demie la longueur d'une brique, il y a aussi lieu d'appliquer plusieurs dispositions :

1° Chaque assise est formée de panneresses et de boutisses, les panneresses occupant alternativement le parement extérieur et le parement intérieur dans deux assises contiguës. De ce système naissent deux arrangements différents : l'un représenté par la fig. II et l'autre par la fig. III, pl. 8.

2° La disposition que donne la fig. IV, pl. 8, peut encore être adoptée.

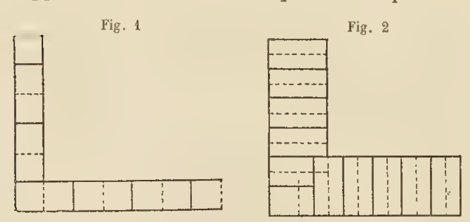
Les murs de $0^m,45$ qui ont une épaisseur égale à deux longueurs de brique, se construisent de même suivant divers modes d'appareils :

1° Une assise se compose de panneresses intérieures et extérieures, avec boutisses au milieu, et l'assise au-dessus de boutisses seulement, fig. V, pl. 8.

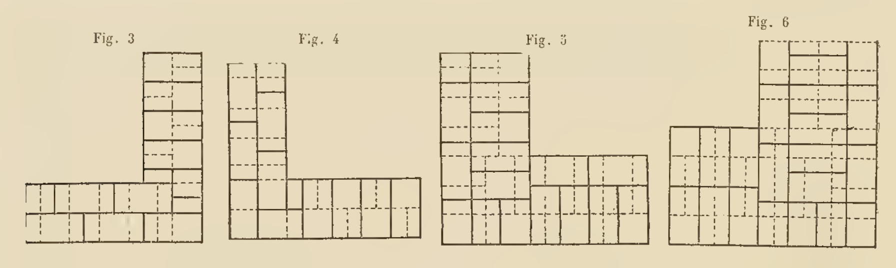
2° Chaque assise est formée de panneresses et de boutisses fig. VI, pl. 8.

Angles des murs. — Pour la construction des angles de murs on emploie généralement la pierre, afin d'éviter la taille de la brique, qui est difficultueuse et offre beaucoup de déchet. Cependant, il y a des circonstances où l'on tient à faire ces angles en briques.

Les angles droits sont les plus simples : leur construction repose sur l'application de l'appareil en *besace*, dans lequel les briques des diverses assises lancent alternativement leur queue des deux côtés de l'angle. La figure 1 ci-jointe montre cette disposition appliquée à la rencontre de deux murs de $0^m,11$ d'épaisseur. Pour les murs de $0^m,22$ il faut adopter soit les *quarts*, soit les trois quarts de briques, posées de manière à chevaucher les joints et à former liaison. Sur la figure 2 on remarque l'emploi de trois quarts de briques à l'angle, placées alternativement en boutisses et en panneresses par rapport à chacune des faces.



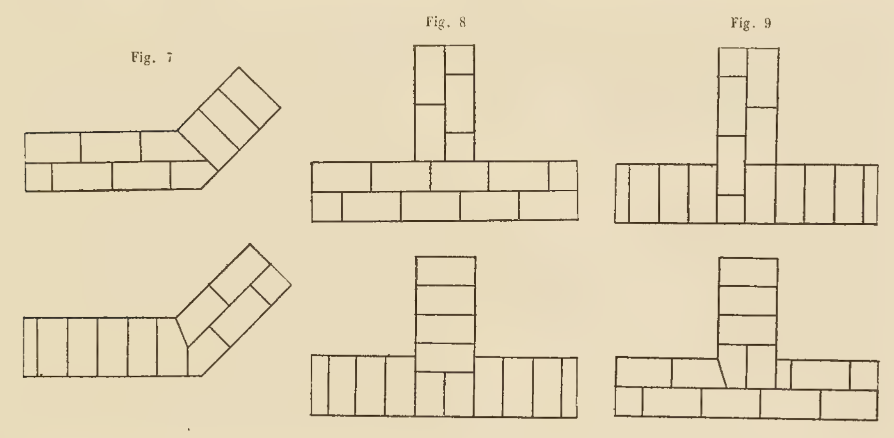
Les figures 3 et 4 représentent des angles de murs de $0^m,22$ dans lesquels il est fait usage



de quarts de briques. Pour les murs de $0^m,35$ les trois quarts suffisent, comme le montre la figure 5 ; il en est de même pour les murs de $0^m,45$, figure 6.

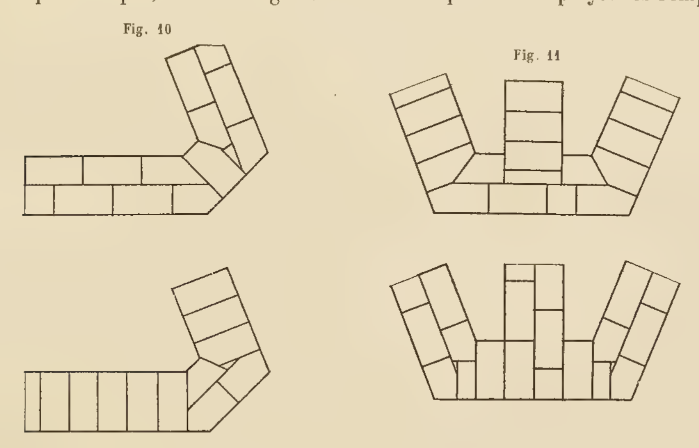
Dans les *angles quelconques*, aigus ou obtus, les briques sont taillées, suivant l'angle, avec la truelle ou le ciseau. Sur la figure 7 on voit les briques d'angle coupées dans leur longueur et se recouvrant alternativement; cette disposition s'applique aux murs de $0^m,22$, qui représentent le cas le plus difficile.

Dans le cas de rencontre d'un mur de refend avec un autre mur, on effectue la liaison en



employant soit des demi-briques et des trois-quarts de briques (fig. 8), soit des quarts et des trois-quarts (fig. 9).

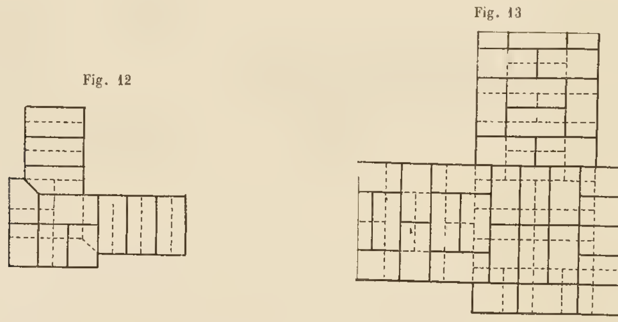
Dans les pans coupés, on est obligé de tailler la brique et d'employer les remplissages



(fig. 10). La figure 11 représente le double cas du pan coupé et du mur de refend. Les quarts de briques sont disposés de manière à offrir, en élévation, un appareil régulier.

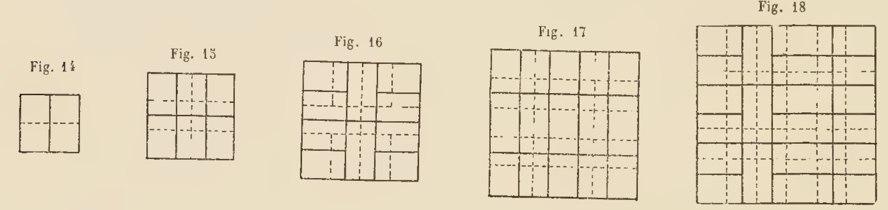
Dans les pilastres, fréquemment employés pour renforcer les angles des murs, la saillie a tantôt la demi-longueur, tantôt la largeur entière d'une brique. La figure 12 représente

le premier cas, et la figure 13 le second. Des dispositions analogues sont adoptées pour les pilastres des trumeaux.


Fig. 12 Fig. 13

Piédroits. — Les piédroits des baies sont tantôt simples, tantôt munis de feuillures. Les piédroits simples sont d'un appareil facile ; pour les piédroits à feuillures et à ébrasement, on taille la brique avant et parfois même après la pose. Depuis quelque temps aussi, certaines usines confectionnent des briques spéciales pour cet ouvrage.

Piliers. — Enfin, les piliers destinés à supporter des filets ou à flanquer des murs de clôture au droit des portes charretières, exigent un arrangement particulier. Nous donnons


Fig. 14 Fig. 15 Fig. 16 Fig. 17 Fig. 18

(fig. 14, 15, 16, 17 et 18) plusieurs exemples d'appareils qui diffèrent entre eux, suivant l'épaisseur de ces piliers.

Les lignes pleines indiquent les joints d'une assise et les lignes pointillées les joints de l'assise inférieure.

PLANCHES IX ET X

LINTEAU EN PIERRE

Bloc de pierre que l'on pose au-dessus des jambages d'une baie pour former la fermeture.

Les anciens, disposant de blocs énormes de pierre et de marbre, avaient adopté la plate-bande monolithe, autrement dit le *linteau*, pour fermer les baies à leur partie supérieure. Tantôt ces blocs de pierre, portant d'un jambage à l'autre par leurs extrémités, recevaient directement la charge supérieure, tantôt ils étaient soulagés par une disposition particulière de la maçonnerie placée au-dessus.

Nous devons noter ici que les pierres servant de *linteaux*, étant soumises principalement à des efforts de flexion, sont placées en délit, c'est-à-dire dans le sens le plus favorable à la résistance.

Nous montrons sur notre planche n° IX comment les *linteaux* d'une seule pierre peuvent se rattacher aux blocs voisins par des agrafes.

Le crampon était un morceau de fer replié aux deux bouts. La forme d'une double queue d'aronde était aussi employée pour relier entre elles deux pierres contiguës.

Les agrafes en aronde étaient souvent en bois.

Les anciens se servaient, pour unir les gros blocs et les assises de maçonnerie, de crampons en bronze ou en fer : Vitruve leur donne le nom d'anses. On reconnaît ce genre de construction au grand nombre de trous qui se remarquent dans les édifices anciens, depuis qu'on a enlevé les *agrafes* pour s'emparer du métal.

La planche X représente la disposition d'un linteau que M. Simonet à établi dans un groupe scolaire de Neuilly. Ce linteau en pierre, complètement indépendant du jambage de la baie, est supporté par un poitrail composé de deux fers à double T, reliés entre eux par des boulons.

Comme il est facile de le voir figuré sur notre planche X par la face intérieure et la coupe, les fers du plancher reposent sur un arc en briques, prenant toute la largeur de l'ébrasement, ce qui évite les scellements qui sont la cause de différents tassements. Sur la coupe on peut voir le chaînage établi tout au pourtour de la construction.

PLANCHES XI ET XII

CHAINES

En construction, on donne ce nom à des piles en pierre placées, de distance en distance, dans les murs en petits matériaux, pour leur donner plus de solidité.

Les chaînes sont généralement appareillées, en assises alternativement longues et courtes, de manière à former liaison ; les parties d'une assise qui excèdent sur l'assise inférieure, se nomment *harpes*.

Notre planche XI donne une *chaîne* en pierre d'une certaine saillie, se reliant à gauche avec un mur en pierre de taille, et, à droite, avec un mur construit en moellons avec *socle* et *bandeau* en pierre.

Nous avons indiqué un mur de refend en moellons, relié au mur de face au droit de la *chaîne* avec des assises en *besaces*, c'est-à-dire par des pierres posées alternativement les unes sur les autres dans le sens transversal.

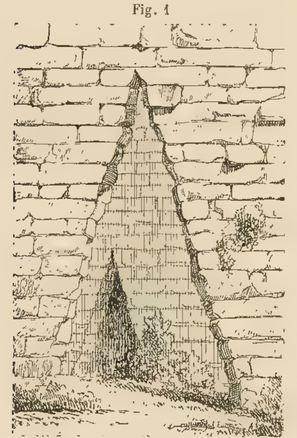
Nous représentons sur la planche XII une *chaîne* avec *socle* et *bandeau* en pierre, remplissage en briques et en meulière ; mur de refend en briques relié au mur de face, au droit de la *chaîne*, par un appareil en *besace*.

PLANCHE XIII

ARCS

On entend par *arc* une construction de forme courbe, destinée à franchir un espace en s'appuyant, par ses extrémités, sur deux points solides, et tantôt composée de matériaux, tels que pierre, moellons ou briques, réunis avec ou sans ciment, tantôt formée d'une ou de plusieurs pièces de bois ou de métal.

Fig. 1



C'est par une suite de tâtonnements que les peuples anciens arrivèrent à la conception de l'*arc*.

Quand les constructeurs eurent à couvrir de larges baies ou de vastes chambres, et qu'ils ne trouvèrent pas de blocs assez longs pour porter sur les points d'appui éloignés, ils posèrent les pierres en *encorbellement*, c'est-à-dire en saillie les unes au-dessus des autres, jusqu'à ce que, se rencontrant, elles vinssent se lier entre elles. La suppression des redents produisit la forme triangulaire (fig. 1) et ensuite l'*arc aigu*. Cette dernière forme se retrouve dans certains monuments anciens de l'Asie-Mineure, de la Grèce et de l'Italie ; abandonnée par les Grecs et les Romains, on la voit reparaître dans les premiers siècles de notre ère, à Ctésiphon, par exemple, en Babylonie ; plus tard aux aqueducs de Pyrgos, près de Byzance, et, enfin, chez les Arabes. Mais ce n'est qu'au moyen-âge que les constructeurs chrétiens de l'Occident employèrent l'*arc aigu* pour donner une grande élévation aux baies et aux voûtes.

L'*arc en plein cintre*, qui a la forme demi-circulaire, est d'une origine analogue à celle de l'*arc aigu* ; on le trouve, dans les constructions helléniques primitives, taillé dans des blocs rapprochés à leur sommet (fig. 2) ; on le rencontre même composé de claveaux qui se relient, par leurs faces extérieures, avec l'appareil polygonal de quelques rares édifices pélasgiques de la Grèce, de l'Italie et de la Sicile ; mais c'est surtout aux Étrusques que l'on doit l'*arc plein cintre* à claveaux réguliers et extradossés (fig. I, pl. XIII). Les fonctions de cet arc, ainsi appareillé, deviennent indépendantes de celles qui remplissent les maçonneries qui le chargent ou qui l'entourent. Ce procédé de construction passa des Étrusques aux Romains, qui, d'abord, appareillèrent les *arcs* avec la pierre ou le marbre, et les composèrent, dans la suite, de moellons ou de briques cimentés. L'architecture romano-byzantine hérita des traditions romaines, et son principal caractère est l'usage de l'*arc en plein cintre*, employé alors non seulement comme partie constitutive de la construction, mais comme élément décoratif.

Fig. 2

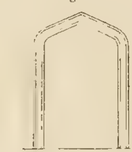


Après la période romane, l'*arc aigu* caractérisa l'architecture du XIIe au XVIe siècle, variant de l'*arc en ogive* ou en *tiers-point* à l'*arc aplati*, qui est formé de parties cintrées ayant pour centres les sommets d'un carré abaissé de la corde de l'arc, et dont les côtés sont égaux au tiers de cette corde (fig. II, pl. XIII).

La Renaissance et les modernes ont repris, dans l'emploi de l'*arc*, la forme cintrée régulière. Les diverses modifications des *arcs* leur ont fait donner des noms différents :

La forme angulaire se retrouve dans l'*arc brisé* ou en *fronton*, dit aussi *arc angulaire*, et qui est très souvent employé dans l'architecture anglo-saxonne (fig. III, pl. XIII).

Fig. 3

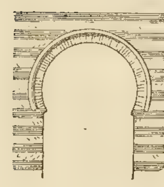


L'*arc Tudor*, sorte d'ogive surbaissée (fig. 3) qu'on rencontre dans les constructions anglaises du XVIe siècle, est encore dérivé de l'*arc aigu*.

Les arcs qui découlent de la forme circulaire comprennent, outre le *plein cintre*, les *arcs surbaissés* et les *arcs surhaussés*, ainsi nommés, suivant que la ligne qui joint les naissances est plus longue ou plus courte que le double de la hauteur.

Parmi les *arcs surbaissés*, citons : l'*anse de panier* ou *courbe à trois centres* ; l'arc bombé (fig. IV, pl. XIII), dans lequel le centre est au-dessous de la naissance ; l'*arc déprimé*, plate-bande que deux quarts de cercle raccordent avec ses pieds-droits (fig. V, pl. XIII).

Fig. 4



Au nombre des arcs surhaussés on distingue : l'*arc en plein cintre*, dont le centre est au-dessus de la naissance (fig. VI, pl. XIII); l'*arc outre-passé* ou *en fer à cheval*, dont la circonférence se prolonge au-dessous du diamètre (fig. 4), et qui est surtout employé dans l'architecture arabe. On classe encore dans ces *arcs* ceux qui sont formés d'une demi-ellipse, le petit axe étant à la base (fig. VII, pl. XIII) : cette espèce d'*arc* est fort peu en usage.

Parmi les *arcs* dont la forme est à la fois courbe et angulaire, ceux qui se rencontrent le plus souvent dans les édifices sont : l'*arc en accolade*, courbe ayant la forme de deux talons ou cymaises réunies, et qui est engendrée par des arcs de cercle.

Dans l'architecture des XVe et XVIe siècles, l'*accolade* est très employée pour orner les faces extérieures des linteaux de portes et fenêtres. On appelle les *arcs* qui ont cette forme *arcs en accolade* ou *en talon*.

L'*arc en doucine* (fig. VIII, pl. XIII), dont le contour est composé de deux *doucines ;* l'*arc flamboyant* ou *contourné*, dont la partie supérieure est formée de deux talons renversés et qui se rencontrent dans les découpures à jour des tympans de fenêtres (fig. 5), des balus-

Fig. 5

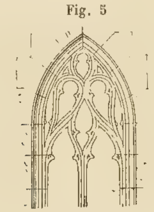


Fig. 7

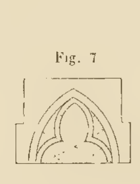
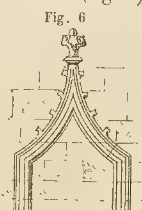


Fig. 6



trades, etc., de la fin du XVe et du commencement du XVIe siècles ; l'*arc infléchi* ou *à contre-courbures*, présentant l'aspect de deux talons tangents à leur sommet (fig. 6).

Certains *arcs* ne sont que la réunion de plusieurs *lobes* ou portions de cercle, ordinairement en nombre impair : tels sont les *arcs trilobés* (fig. 7) ou *quintilobés,* suivant qu'ils ont trois ou cinq lobes.

Les *arcs* prennent encore différents noms, suivant leur destination : tels sont les *archivoltes,* bandeau plus ou moins orné de moulures, qui encadre une arcade de porte ou de fenêtre ; les *arcs ogives* ; les *arcs formerets.*

Les *arcs en décharge,* construits au-dessus d'un linteau d'une plate-bande et, en général, au-dessus d'un vide ou de parties faibles, pour reporter sur des points d'appui solides la charge des constructions supérieures ; ces arcs sont extradossés et noyés dans la maçonnerie affleurant le nu du mur ou présentant une légère saillie ; quelquefois même ils servent, en même temps, à contre-butter.

Fig. 8

Les *arcs renversés,* opposés aux précédents, bandés en contre-bas et utilisés, par exemple, dans les sols peu résistants, pour relier et mieux asseoir les fondations de deux piliers de maçonnerie (fig. 8) ; les *arcs rampants,* dont les naissances sont d'inégale hauteur, comme ceux que l'on construit, pour remplacer les murs d'échiffre, sous les escaliers ou pour supporter une galerie rampante.

On appelle encore, d'une manière générale, *arc droit,* celui dont les pieds-droits sont d'équerre par leur plan ; *arc biais,* celui qui, au contraire, est porté sur des points d'appui dont le plan n'est pas rectangulaire (fig. 9) ; *arc en talus,* l'arc percé dans un mur en talus (fig. 10).

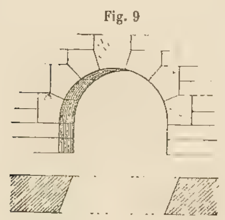


Fig. 9

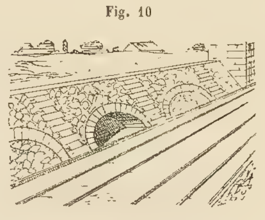


Fig. 10

Si nous considérons les *arcs* au point de vue de leur structure même, nous rappellerons que les Romains construisaient les parties cintrées de leurs édifices, soit à l'aide de claveaux, soit au moyen de petits matériaux reliés par du mortier. Les architectes du moyen âge, constituant leurs voûtes au moyen de remplissages portant sur des nervures, laissaient à chaque partie de la construction sa fonction et son élasticité propres.

Les *arcs* étaient rendus indépendants, et ce principe se trouve appliqué jusque dans leur structure même : c'est ainsi qu'on voit les *arcs* destinés à supporter une charge considérable, composés de plusieurs rangs de claveaux extradossés (fig. 11), sans liaison entre eux et n'ayant pas plus de $0^{m},30$ à $0^{m},40$ de hauteur. Ce sont autant de cintres fonctionnant séparément et dont l'ensemble est plus résistant et se déforme moins en cas de tassement. Les coupes des claveaux de ces *arcs* sont toujours normales à la courbe. Dans les *arcs* ogives, les joints tendent aux centres des deux cercles ; il faut remarquer l'absence de clef, devenue inutile, puisque les deux *arcs* se contre-buttent simplement à leur sommet.

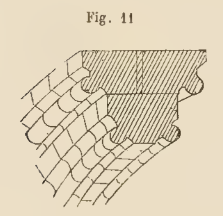


Fig. 11

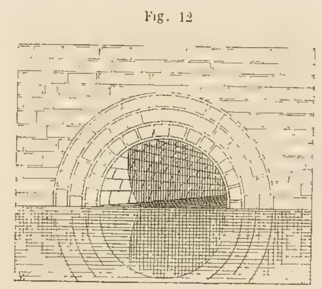
Aujourd'hui, l'*arc* aigu est peu employé et a généralement fait place à l'*arc* cintré ; mais l'appareil à claveaux est toujours en usage.

Les *arcs en pierre de taille* sont composés de pierres taillées de manière à former en dessous la courbe du cintre et, par devant, la face du mur dans lequel ils sont pratiqués. Les lits et les joints doivent être perpendiculaires aux surfaces apparentes. Or, comme deux plans perpendiculaires à une même surface courbe tendent à se rencontrer, il en résulte que chacune de ces pierres, qu'on appelle *voussoir* ou *claveau*, a la forme d'un coin et que l'assemblage de ces voussoirs se soutient solidement, sans qu'il y ait besoin de faire intervenir le mortier dans les joints.

Les voussoirs qui forment les arcs peuvent être compris en deux courbes parallèles. On a donné le nom d'*intrados* à la courbe inférieure, qui forme le dessous de l'arc, et celui d'*extrados* à la courbe supérieure, qui forme le dessus des voussoirs. De plus, on appelle *joints de coupe* les joints perpendiculaires à l'*intrados*, et *joints de face* ou *de tête* ceux qui sont tous d'un même côté du parement de l'arc.

Dans la plupart des constructions romaines et surtout dans celles qui furent faites avant le règne de l'empereur Vespasien, les *arcs* sont extradossés, c'est-à-dire compris, comme nous venons de l'expliquer, entre deux courbes parallèles. Si les *arcs* étaient d'une certaine grandeur, ou bien s'ils avaient une forte charge à supporter, les Romains les formaient de plusieurs rangs (fig. 12) de voussoirs extradossés et dont les joints étaient en liaison.

Fig. 12



Dans les temps modernes, au lieu de faire les *arcs* extradossés d'égale épaisseur dans toute leur étendue, on termine souvent chaque voussoir, en dessus par un joint horizontal (voir fig. 9) et, de côté, par un joint d'aplomb, afin de raccorder les joints des claveaux avec ceux des assises droites du mur dans lequel l'*arc* se trouve pratiqué.

Dans les *arcs* en briques, la solidité de la construction est due principalement au mortier qui relie entre elles les briques posées en claveaux. Celles-ci peuvent être agencées de manière à former plusieurs cintres superposés. Quelquefois, les briques sont elles-mêmes moulées en voussoirs.

L'usage des *arcs* en briques était généralement répandu chez les Romains ; les *briques* dont ils se servaient étaient plates et à grande surface. On remarque dans les restes des édifices de l'époque romaine impériale des *arcs* en maçonnerie mixte, c'est-à-dire où plusieurs briques superposées alternent avec des moellons taillés en claveaux. Ce mode de construction fut particulièrement employé dans les monuments religieux de l'Orient, vers la fin de l'empire et dans les édifices latins de l'Occident.

PLANCHE XIV

PORTES ET FENÊTRES

La *porte* désigne, à la fois, l'ouverture pratiquée dans une enceinte pour lui servir d'issue, et l'assemblage mobile, de bois ou de métal, qui sert à clore cette ouverture.

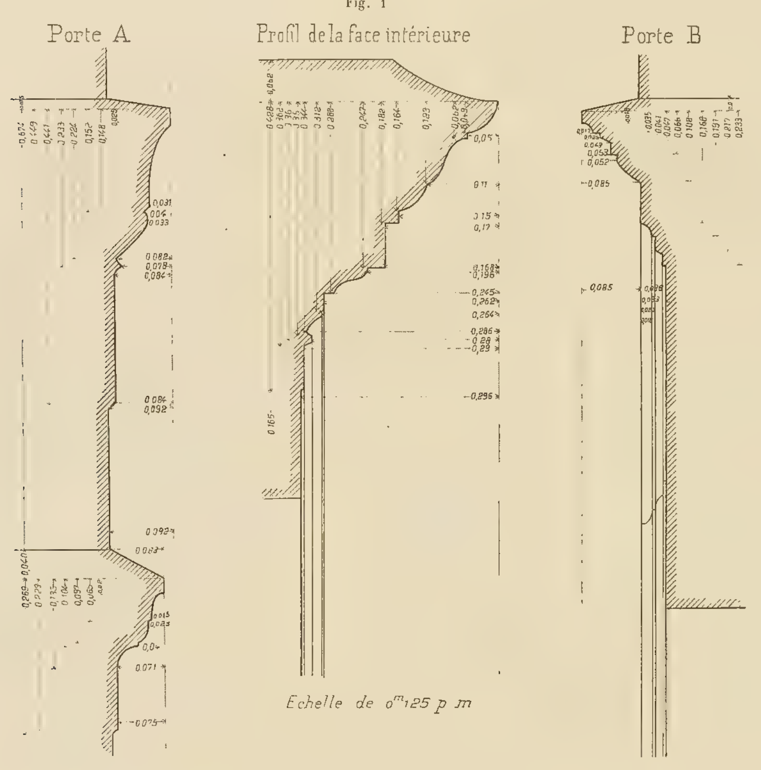
Toute porte se compose de deux jambages ou pieds-droits, qui en sont les parties latérales, d'un *linteau* ou d'un cintre, qui forme la partie supérieure, et d'un *seuil*, qui en est la partie inférieure, que le pied foule en entrant. Les jambages comprennent un *tableau* et une *feuillure* qui reçoit les parties mobiles composant la clôture [1].

La *fenêtre* est une baie pratiquée dans un mur pour donner du jour et de l'air à l'intérieur des édifices.

On donne aussi le nom de *fenêtre* ou de *croisée* au châssis vitré que l'on place dans cette ouverture.

Les *fenêtres* ont reçu depuis l'antiquité, et reçoivent encore de nos jours, les formes les plus diverses.

Fig. 1



Les proportions de ces baies dépendent des usages des différents pays, usages qui sont eux-mêmes relatifs aux climats, aux occupations quotidiennes ; elles dépendent aussi de la destination des édifices, etc. [1].

Les *portes* que représentent nos figures II et III, planche XIV, appartiennent au petit temple

1. Pierre Chabat, *Dictionnaire des termes employés dans la construction.*

que l'on appelle, à tort ou à raison, le *Temple de Diane*[1] à *Cefalu*, ville située sur une hauteur de la côte septentrionale de la Sicile.

Nous en donnons l'état actuel (fig. 1, pl. XIV).

L'architrave de la porte extérieure A est profilée d'une manière grandiose ; le chambranle de la porte intérieure B offre une particularité remarquable, assez rare, pour ne pas dire unique, dans les monuments antiques : les moulures qui forment des crossettes, en dessinant le linteau et les pieds-droits, sont en retraite, au lieu d'être en saillie, sur le nu du mur.

Les *portes* du Temple de Diane sont très intéressantes à étudier non seulement au point de vue du développement d'un art fort ancien, mais aussi sous le rapport de la puissance des effets produits par la simplicité des détails.

Les profils cotés à l'échelle de $0^m,125$ pour mètre, représentés sur notre figure 1, compléteront ce travail.

Nous donnons aussi, sur notre planche XIV, les vues intérieure (fig. IV) et extérieure (fig. V) d'une fenêtre appartenant au Temple de Vesta (Tivoli)[1].

Tivoli (l'ancienne *Tibur*), au nord-est de Rome, sur l'*Anio*, aujourd'hui *Teverone*, et où le poète Horace avait sa villa, est située sur une colline et fait partie de la Comarque de Rome.

Le *Temple de Vesta*, qui est une des plus remarquables antiquités de cette ville pittoresque, est souvent encore appelé le *Temple de la Sibylle* ; mais il est démontré maintenant que ce temple était véritablement consacré à *Vesta*, déesse de la Terre.

Il fut élevé, dit-on, à la déesse, au commencement du Ier siècle avant Jésus-Christ. Il est aujourd'hui tout à fait en ruines ; mais ce sont de charmantes ruines, pleines d'attraits, et dignes, à plus d'un point de vue, des études d'un artiste.

Les fenêtres sont rétrécies par le haut avec un chambranle suivant *uniment* le tour de la baie, par les côtés et par le haut et à cru sur l'appui, en dehors du temple ; mais à l'intérieur, ces mêmes chambranles ont des oreilles ou crossettes par le haut et par le bas et tournant sous l'appui. La figure VI donne le profil, coté à l'échelle de $0^m,125$, de la face extérieure. Le profil de la face intérieure est donné par la figure 1 intercalée dans le texte.

PLANCHE XV

PORTIQUE

Un *portique* est une construction ouverte sur une ou plusieurs de ses faces, par des entre-colonnements ou des arcades ; les supports peuvent être exécutés en pierre, en bois ou en fonte ; la couverture peut être un plafond ou une voûte.

Ce mot, qui dérive de porte, désigne une construction qui commença, chez les anciens, par être ce que nous appelons porche, c'est-à-dire une construction plus ou moins étendue, placée en avant des maisons, pour mettre leurs portes ou leur entrée à l'abri des intempéries de l'atmosphère.

Plus tard, le luxe augmentant, le *portique* devint, dans les somptueuses demeures, un accessoire de pur agrément, destiné à la promenade et à d'autres convenances. Le *portique*

1. Pierre Chabat, *Fragments d'architecture*.

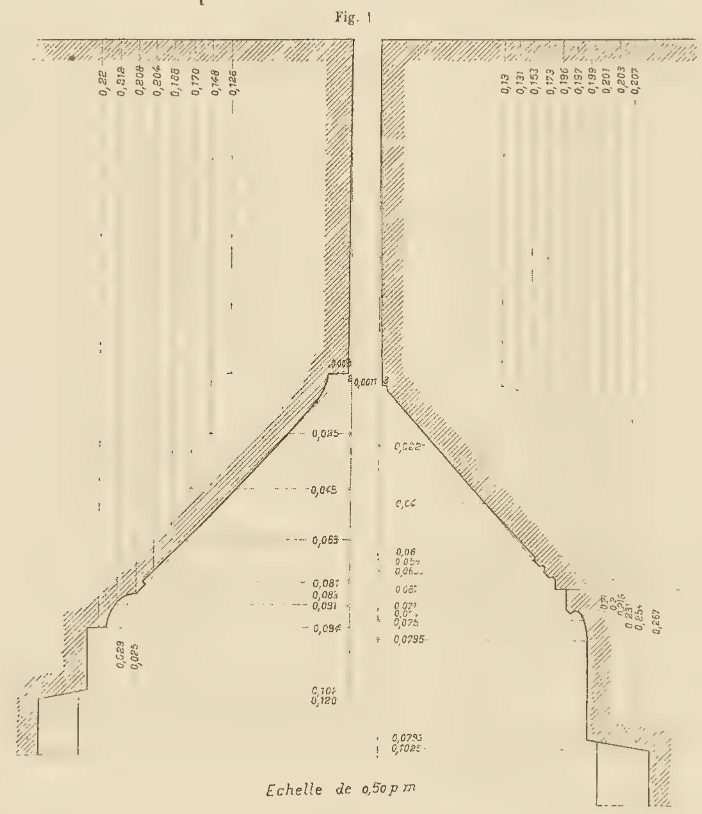
alla même jusqu'à n'avoir plus rien de commun avec la *porte*, que le nom, et les Romains désignèrent ainsi les lieux de réunion, de promenade formant des édifices particuliers.

La plupart des édifices publics, dans l'antiquité, soit chez les Grecs, soit chez les Romains, étaient accompagnés de *portiques*.

Nous donnons sur notre planche XV une travée du *portique* du grand Forum, ou Forum civil, à Pompéi [1], ayant beaucoup souffert lors du grand tremblement de terre qui eut lieu seize ans avant la destruction totale de Pompéi, car il était en pleine reconstruction au moment de la catastrophe.

Les fragments de celle-ci ont été trouvés près de Curies et de l'école de Verna, là où le portique était double dans sa profondeur.

Fig. 1



L'entablement reposait-il directement sur les colonnes, comme l'ont supposé quelques auteurs, ou bien était-il séparé de celles-ci par une architrave en bois ? Cette opinion est la plus probable.

Les chapiteaux offrent deux variétés bien distinctes, et nous en donnons figure 1 les

(1) Pierre Chabat, *Fragments d'architecture.*

profils cotés pour compléter les détails nécessaires à la reproduction de notre planche. Les colonnes elles-mêmes diffèrent de diamètre, de même que les entrecolonnements sont inégaux.

DES ORDRES

On entend par *ordre* la combinaison des diverses parties d'un édifice dans des proportions telles que leur ensemble soit harmonieux et régulier.

Les Grecs et les Romains sont, parmi les peuples de l'antiquité, ceux qui ont le plus particulièrement soumis l'architecture à des règles fixes et à des lois rationnelles. On peut ramener leurs édifices à un petit nombre de systèmes architectoniques, caractérisés par les proportions nettement définies qu'offrent leurs éléments principaux.

On reconnaît ainsi *cinq ordres classiques* présentant chacun un type de *colonne* avec son *piédestal* et son *entablement* particuliers, des moulures, des ornements et accessoires qui lui sont propres. Parmi ces cinq *ordres*, trois sont d'origine grecque : le *dorique*, l'*ionique* et le *corinthien* ; et deux d'origine italienne : le *toscan* et le *composite*.

Un *ordre* d'architecture se compose de trois parties bien distinctes : le *piédestal*, la *colonne* et l'*entablement* ; les deux dernières de ces parties sont seules essentielles.

C'est à la *colonne*, et particulièrement à la forme du *chapiteau*, que se reconnaît, à première vue, la différence des ordres. C'est encore d'après la *colonne* que se déterminent les rapports des autres parties entre elles. Le *module* — mesure arbitraire que l'on prend, en architecture, pour établir les rapports des diverses parties d'une ordonnance entre elles — sert de mesure proportionnelle.

Dans les ordres, on choisit, pour *module*, le demi-diamètre du fût de la colonne, à sa base.

Le *module* se subdivise en 12 *minutes* ou *parties*, dans l'ordre toscan et dans l'ordre dorique ; en 18 *minutes* dans les trois autres ordres. Quelques auteurs partagent même le *module* en 30 *parties* pour tous les ordres indistinctement ; d'autres, en 24 *parties*, pour les trois premiers ordres, et 36 pour les deux derniers ; mais on suit généralement la division que nous avons indiquée la première.

La grandeur vraie du *module* est une conséquence de la hauteur totale qu'on veut donner à la construction, depuis le haut de l'entablement jusqu'à la partie inférieure du piédestal.

ORDRE TOSCAN

Ordre d'architecture qui n'est autre que le dorique dénaturé (fig. 1).

L'origine de l'ordre *toscan* est attribuée aux Étrusques et la description en a été faite par Vitruve, d'après un temple de Cérès, d'architecture toscane, qui avait été construit à Rome.

Les proportions indiquées par l'architecte romain ont été adoptées par Vignole et consacrées par l'usage qu'en font les constructeurs modernes.

Vitruve donne en hauteur, à la colonne *toscane*, sept fois son diamètre ou 14 *modules*,

base et chapiteau compris ; il donne au piédestal 1/3 de la colonne et 1/4 à l'entablement.

Fig. 1

Il en résulte que pour construire le profil de l'ordre *toscan*, avec piédestal, dans une hauteur déterminée, il faut diviser cette hauteur en 19 parties égales, prendre 3 de ces parties pour la hauteur de l'entablement, 4 pour celle du piédestal ; le reste sera la hauteur de la colonne. Celle-ci étant divisée en 14 parties, et le *module* lui-même en 12 *minutes*, on trouvera facilement que l'entablement a 3 modules 1/2, la colonne 14 et le piédestal 4 modules 2/3.

Nous indiquerons ici, avec leurs dimensions principales, les trois éléments que nous venons d'énumérer :

1° L'entablement comprend :

La corniche . . . 1 module 4 minutes.
La frise. . . . . 1 module 2 minutes.
L'architrave . . . 1 module.

2° La colonne est également divisée en trois parties :

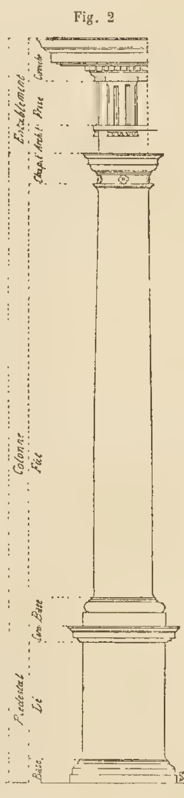
Le chapiteau. . . 1 module.
Le fût . . . . . 12 modules.
La base. . . . . 1 module.

3° Dans le piédestal on compte :

La corniche . . . 6 minutes.
Le dé. . . . . . 3 modules 8 minutes.
La base. . . . . 6 minutes.

Le gorgerin, la face de l'architrave et la frise sont au même nu.

La saillie de la corniche d'entablement est de 1 module 6 minutes ; la largeur du fût, au sommet, est de 1 module 7 minutes ; la largeur du socle de la base est égale à celle du piédestal, soit 2 modules 9 minutes.


Fig. 2

L'aspect général de simplicité et de solidité qui distingue l'ordre *toscan*, le fait employer pour les édifices auxquels convient ce double caractère. De même, dans une ordonnance comprenant plusieurs ordres superposés, l'ordre toscan occupe l'étage inférieur.

ORDRE DORIQUE

Vignole a proposé deux types d'ordre *dorique* adoptés par les modernes et qui présentent, sous la corniche, l'un des *denticules*, l'autre des *mutules*.

Nous donnons (fig. 2) l'ordre à denticules, qui se rapproche beaucoup de l'ordre romain du théâtre de Marcellus. Dans chacun de ces types, les colonnes ont des bases et une hauteur de 16 demi-diamètres ou modules, l'entablement a 4 modules

et le piédestal 5 modules 1/3, ce qui donne, pour la première de ces deux divisions, le 1/4 et pour la seconde, le 1/3 de la hauteur de la colonne.

Pour composer un ordre *dorique* on commencera donc par diviser en 19 parties égales, la hauteur totale qu'on veut lui attribuer ; on donnera au piédestal 4 de ces parties, 12 à la colonne et 3 à l'entablement.

La largeur de l'entrecolonnement est de 5 modules 1/2.

Nous donnons ci-dessous, avec leurs dimensions, les principales subdivisions que comporte l'ordre *dorique :*

1° L'entablement comprend :

La corniche. . . . . . . 1 module 1/2.
La frise . . . . 1 module 1/2.
L'architrave. . . . . . . 1 module.

2° La colonne se compose également de trois parties :

Le chapiteau . . . . . . 1 module.
Le fût. . . . . 14 modules.
La base . . . . 1 module.

3° Au piédestal on compte :

La corniche. . . . . . . 6 minutes.
Le dé . . . . 4 modules.
La base . . . . 10 minutes.

Comme saillies remarquables nous citerons :

La corniche qui dépasse de 2 modules la face de l'architrave et l'abaque du chapiteau qui s'avance de 5 minutes 1/2 au delà du même nu.

La frise se divise en *triglyphes* et *métopes*.

Le métope est l'intervalle carré qui, dans l'ordre *dorique*, sépare les triglyphes ; il est généralement recouvert d'ornements sculptés.

Les édifices auxquels l'ordre *dorique* est appliqué prennent un caractère sévère.

ORDRE IONIQUE

On désigne ainsi le second des ordres grecs, qui, par ses porportions, par sa décoration et son caractère, tient le milieu entre le dorique et le corinthien, n'ayant ni la force de l'un, ni la richesse de l'autre.

Voici quelles sont les dimensions relatives adoptées généralement pour les divers membres dont se compose l'ordre *ionique* (fig. 3) :

La hauteur de la colonne est fixée à 18 modules et l'on divise la hauteur totale en 19 parties dont on donne 3 à l'entablement, 4 au piédestal et le reste à la colonne.

On règle ensuite les hauteurs des diverses parties de l'ordre, conformément aux prescriptions indiquées ci-dessous :

1° L'entablement comprend :

La corniche. . . . . . . 1 module 3/4.
La frise . . . . 1 module 1/2.
L'architrave. . . . . . . 1 module 1/4.

2° La colonne se compose également de trois parties :

Fig. 3

Le chapiteau. . . . 2/3 de module depuis le dessous de l'abaque jusqu'au dessous du quart de rond.

Le fût. . . . . 16 modules 1/3.

La base . . . . 1 module.

3° Dans le piédestal on distingue :

La corniche . . . . 1/2 module.

Le dé. . . . . 5 modules.

La base. . . . . 1/2 module.

La partie supérieure du fût, au-dessous du filet, la face inférieure de l'architrave et la frise sont au même nu.

La saillie de la corniche d'entablement comprend 1 module 13 minutes ; la largeur du fût, au sommet, 1 module 12 minutes ; le socle de la base et le piédestal ont une longueur égale : 2 modules 16 minutes.

Le fût de la colonne est simple ou orné de cannelures.

Le temple de la Fortune Virile, à Rome, parvenu jusqu'à nous dans un état de conservation assez remarquable, nous offre le type de l'ordre ionique romain.

Parmi les exemples de l'ordre *ionique* moderne nous citerons, à Paris, l'hôtel des Monnaies et l'église de Saint-Vincent-de-Paul.

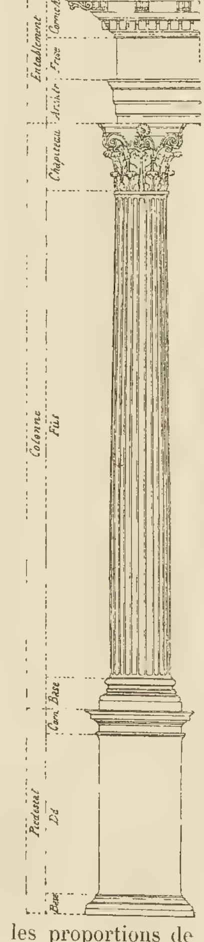


Fig. 4

ORDRE CORINTHIEN

On donne ce nom à l'un des ordres d'architecture classé le quatrième par Vignole.

Nous donnons figure 4 l'ordre *corinthien*, proposé par Vignole et adopté, dans sa forme et dans ses proportions, par les modernes.

On donne en hauteur à l'entablement le quart, et au piédestal le tiers de la hauteur de la colonne. Cette dernière dimension devant être égale à 10 fois le diamètre de la partie inférieure du fût, on la divise en 20 parties pour avoir le *module*.

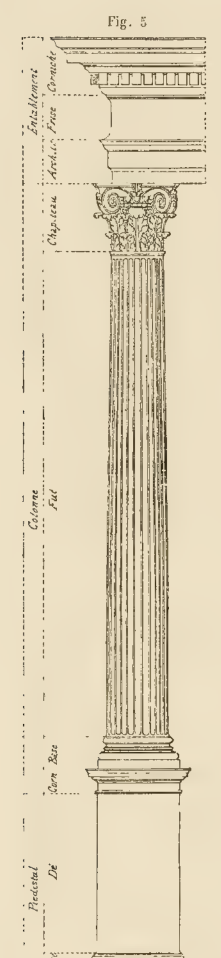
On a donné pour la colonne 20 modules, pour l'entablement 5 et pour le piédestal 6 modules 2/3 ou 6 modules 12 minutes, en divisant le module lui-même en 18 parties ou minutes. Vignole, pour rendre les proportions de

l'ordre plus élégantes, exhausse le piédestal de 1/3 de module, ce qui lui fait 7 modules, et en donne 32 à l'ordre complet.

Nous allons détailler les dimensions principales des trois grandes divisions de cet ordre :

1° L'entablement comporte les hauteurs suivantes :

Fig. 5



La corniche. . . . . . . 2 modules.
La frise . . . . 1 module 1/2.
L'architrave. . . . . . . 1 module 1/2.

2° La colonne comprend trois parties :

Le chapiteau . . . . . . 2 modules 6 minutes.
Le fût. . . . . 16 modules 12 minutes.
La base. . . . . 1 module.

3° Le piédestal se compose de :

La corniche. . . . . . . 14 minutes.
Le dé . . . . 5 modules 10 minutes.
La base . . . . 12 minutes.

La partie supérieure du fût, immédiatement au-dessous de l'astragale, la face inférieure de l'architrave et la frise sont au même nu.

Nous citerons quelques-unes des dimensions remarquables, dans le sens horizontal :

La saillie de la corniche d'entablement, 2 modules 2 minutes ; la largeur du fût au sommet, 1 module 12 minutes ; la largeur du socle de la base, égale à celle du piédestal, 2 modules 14 minutes.

Comme modèles antiques de l'ordre *corinthien*, nous pouvons citer l'arc de Marius à Orange, la Maison carrée de Nîmes, le temple de la Sibylle à Tivoli, près Rome, le temple de Jupiter Stator et le Panthéon à Rome.

Comme exemples modernes, nommons, à Paris, l'église du Val-de-Grâce, la Bourse, l'église Notre-Dame de Lorette, etc.

ORDRE COMPOSITE

Les architectes de la Renaissance ont donné ce nom à une ordonnance architecturale qu'ils ont classée la cinquième parmi les ordres anciens, mais qui ne diffère essentiellement de l'ordonnance corinthienne que par l'aspect du chapiteau. Ce dernier membre, en effet, présente, à sa partie supérieure, la forme du chapiteau ionique à volutes angulaires et, au-dessous, le double rang de feuilles d'acanthe du chapiteau corinthien. C'est cette combinaison qui a fait donner le nom de *composite* à l'ordre entier.

Nous donnons figure 5 l'ordre *composite* proposé par Vignole et adopté, dans sa forme et dans ses proportions, par les architectes modernes.

Comme dans l'ordre corinthien, on donne en hauteur à l'entablement le quart, et au

piédestal le tiers de la hauteur de la colonne. Cette dernière dimension devant être égale à dix fois le diamètre de la partie inférieure du fût, on la divise en 20 parties pour avoir le module ; on a donc : pour le fût de la colonne 20 modules ; pour l'entablement 5 et pour le piédestal 6 modules 2/3 ou 6 modules 12 *minutes*, en divisant le module lui-même en 18 *parties* ou *minutes*.

Pour donner à l'ordre plus d'élégance, Vignole exhausse le piédestal de 1/3 de module, ce qui lui fait 7 modules, et il en donne 32 à l'ordre complet.

Nous indiquerons ici les dimensions principales des trois grandes divisions établies ci-dessus :

1° L'entablement comporte les hauteurs suivantes :

La corniche	2 modules.
La frise	1 module 1/2.
L'architrave	1 module 1/2.

2° La colonne se compose également de trois parties qui ont :

Le chapiteau	2 modules 6 minutes.
Le fût	16 modules 12 minutes.
La base	1 module.

3° Le piédestal comprend :

La corniche.	14 minutes.
Le dé	5 modules 10 minutes.
La base	12 minutes.

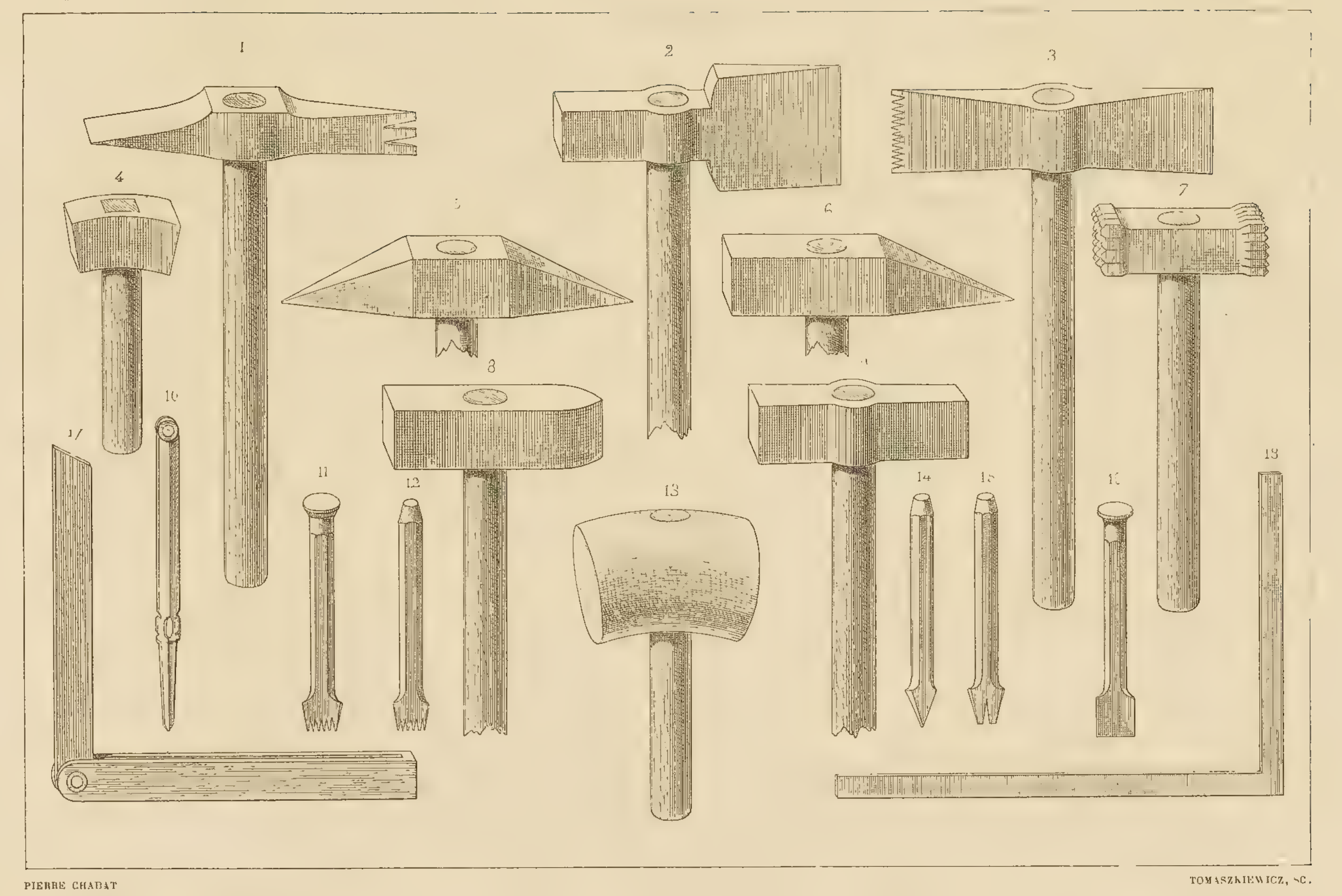
La partie supérieure du fût, immédiatement au-dessous de l'astragale, la face inférieure de l'architrave et la frise sont au même nu.

Quelques-unes des dimensions remarquables, dans le sens horizontal, sont :

La saillie de la corniche d'entablement, 2 modules ; la largeur du fût, au sommet, 1 module 12 minutes ; la largeur du socle de la base, égale à celle du piédestal, 2 modules 14 minutes.

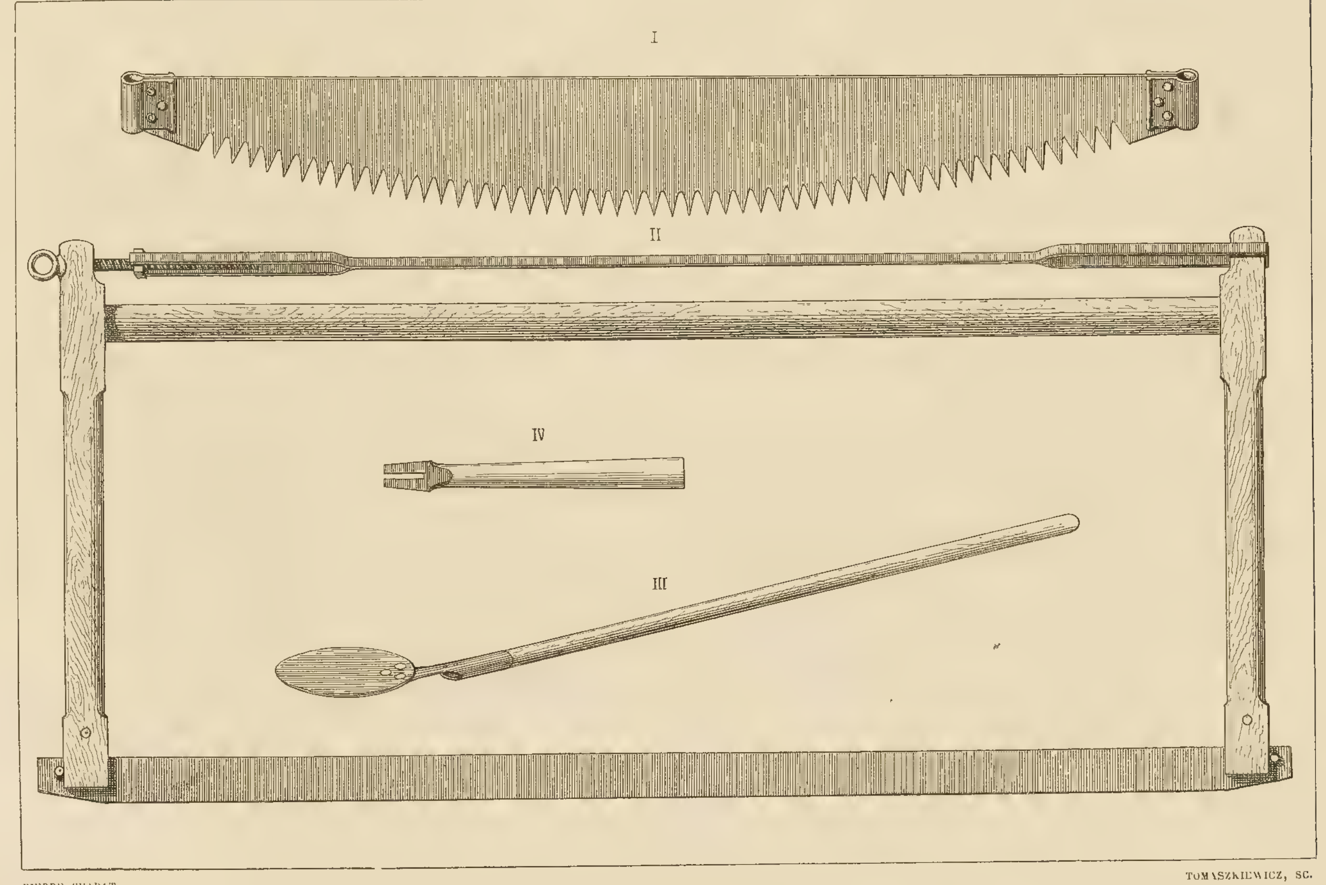
Parmi les modèles antiques de l'ordre *composite*, nous pouvons citer l'arc de Titus, l'arc de Septime Sévère, le Temple de Mars, à Rome.

Comme exemples modernes, on peut nommer, à Paris, la Fontaine des Innocents, l'église de la Madeleine, etc.



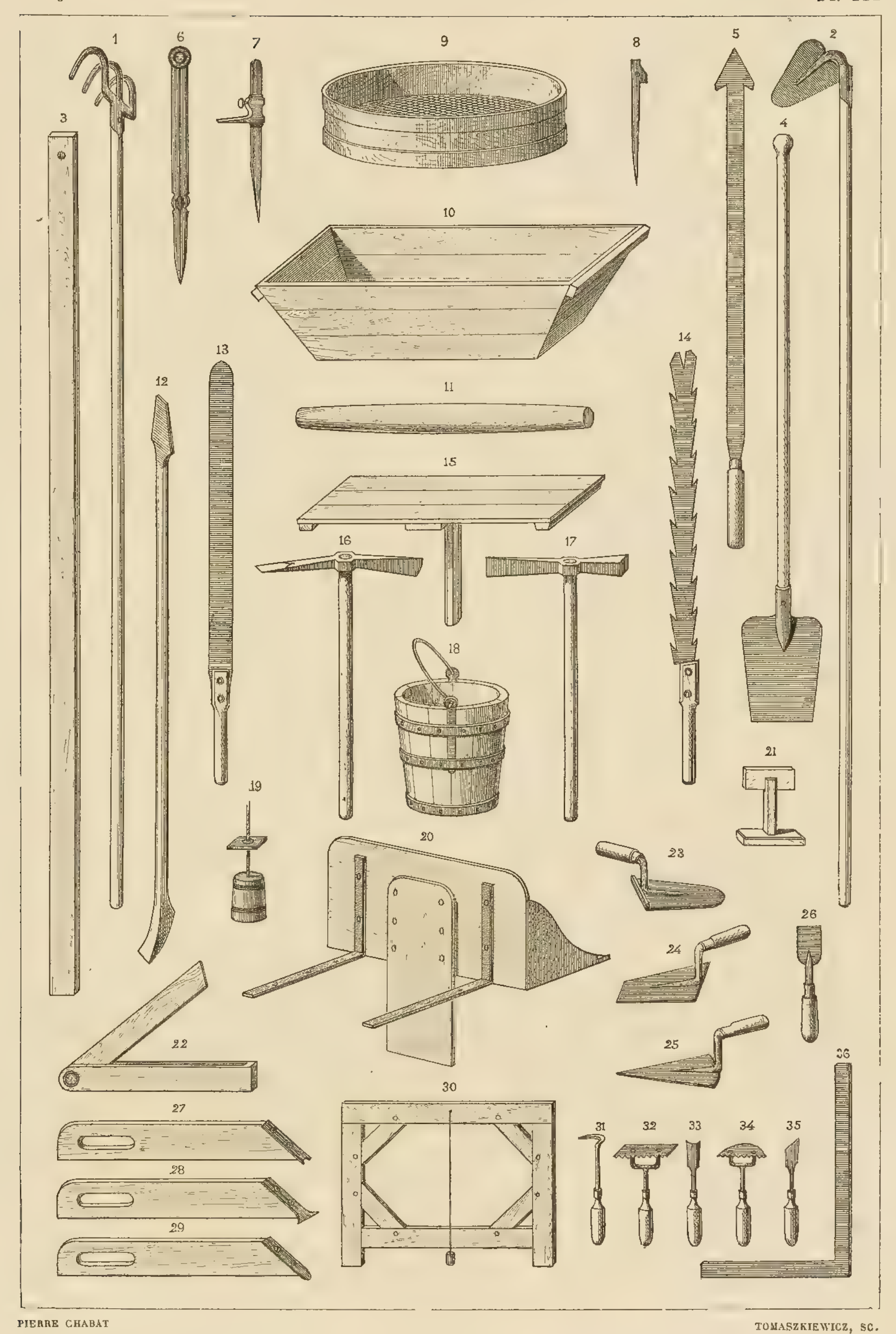
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

OUTILS DU TAILLEUR DE PIERRES



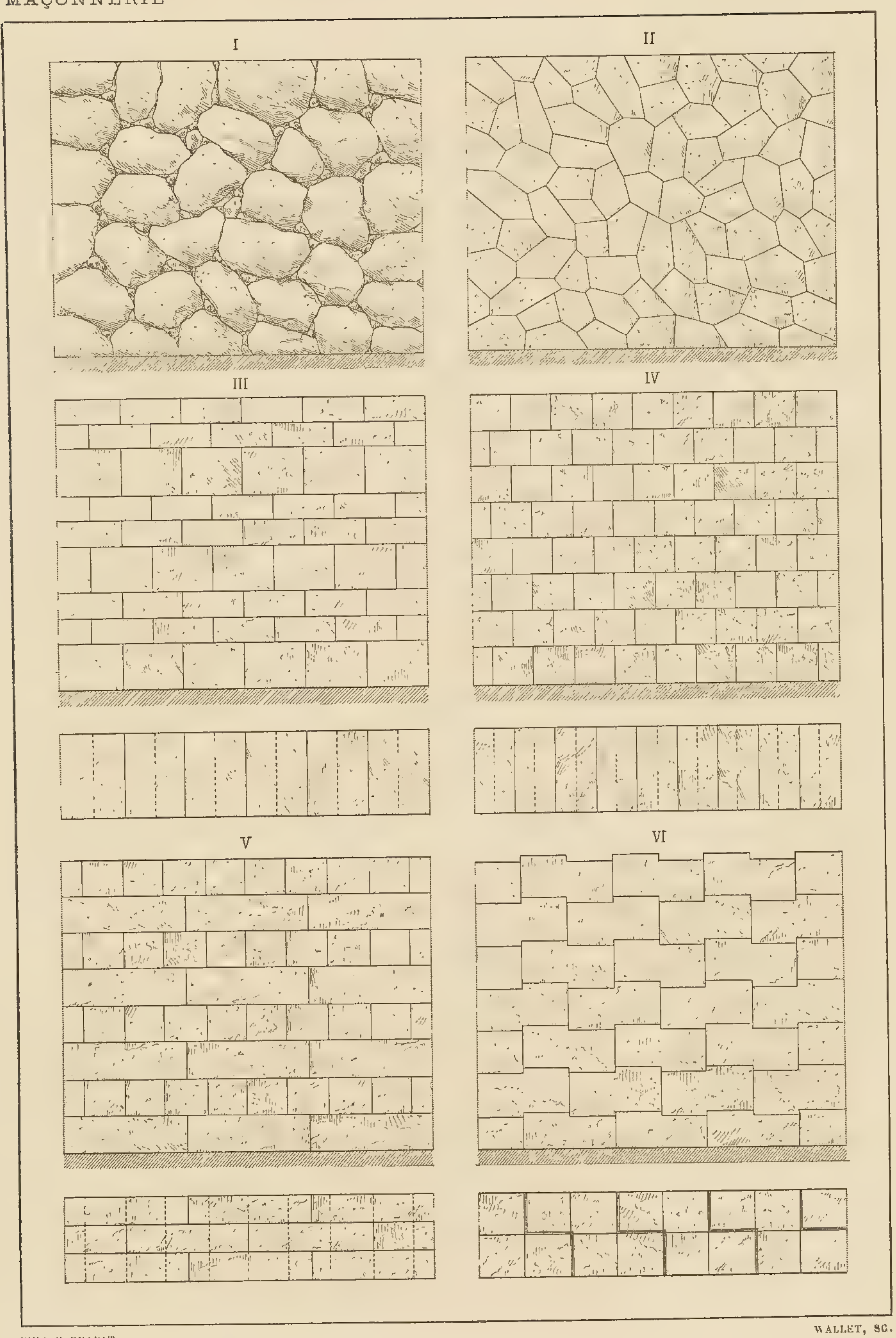
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

OUTILS DU SCIEUR DE PIERRES



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

OUTILS DU MAÇON ET DU POSEUR



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

MURS EN PIERRE

I

II

III

IV

V

VI

A

B

C

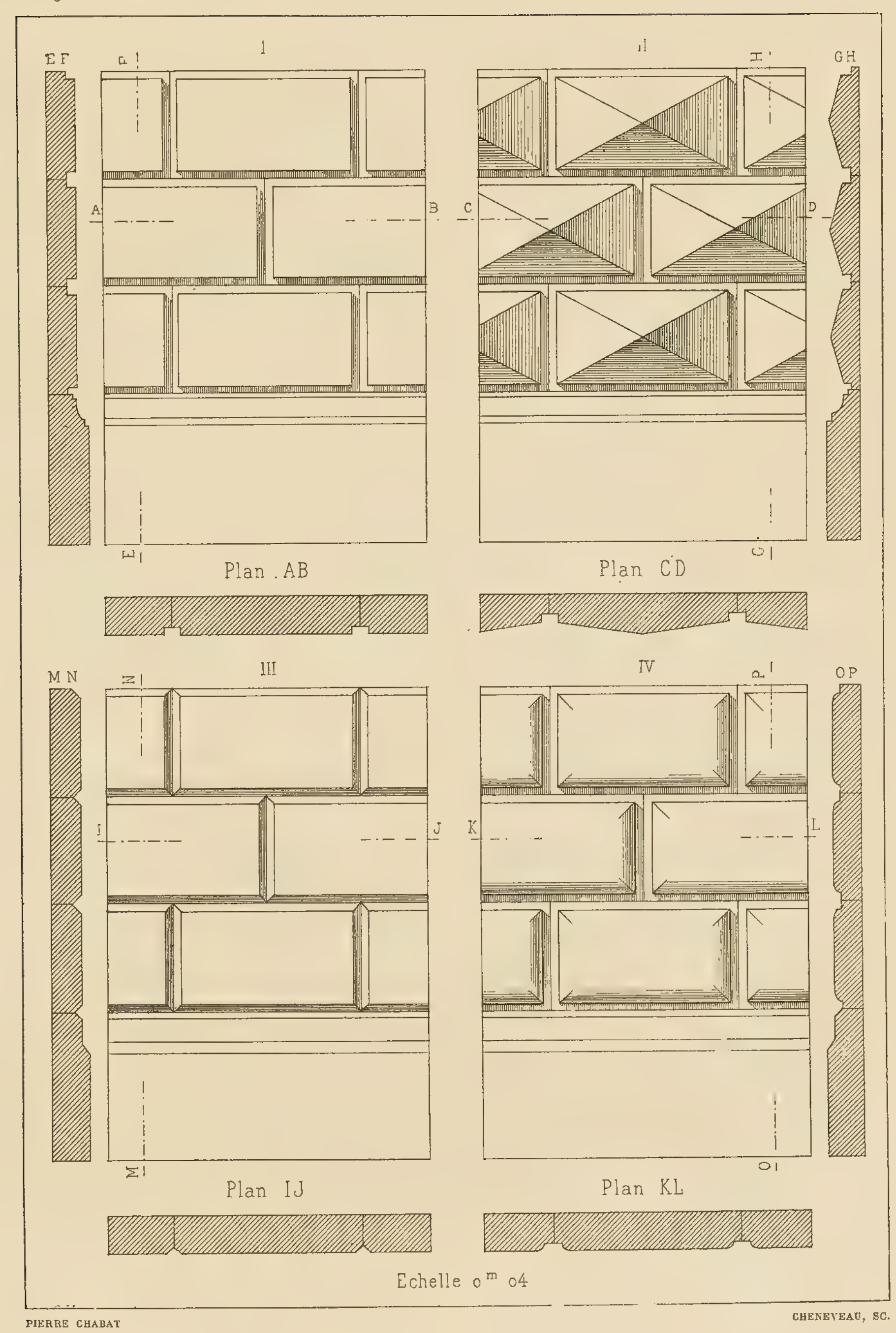
D

Echelle de 0,02 P.M

PIERRE CHABAT

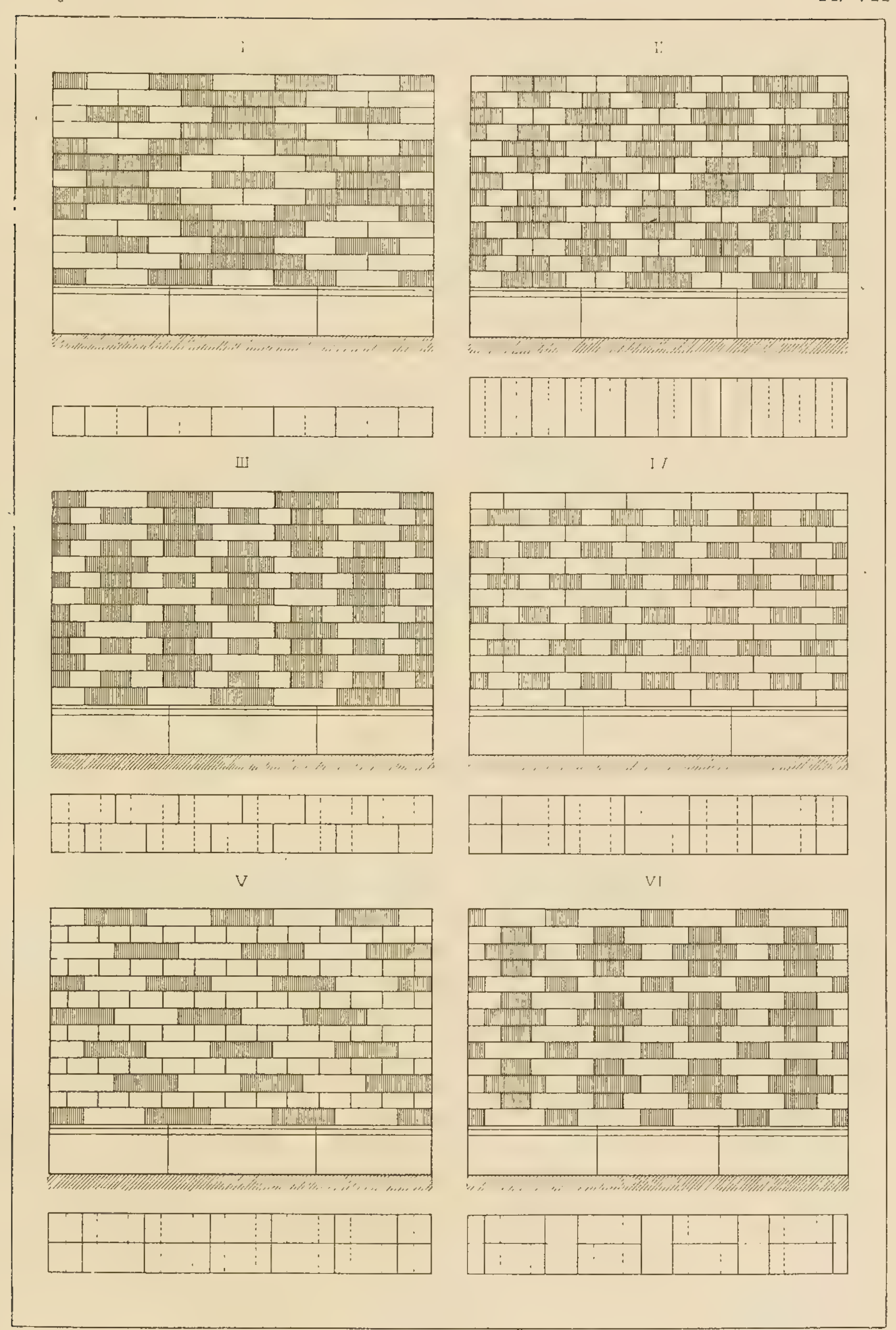
WALLET, SC.

MURS EN PIERRE



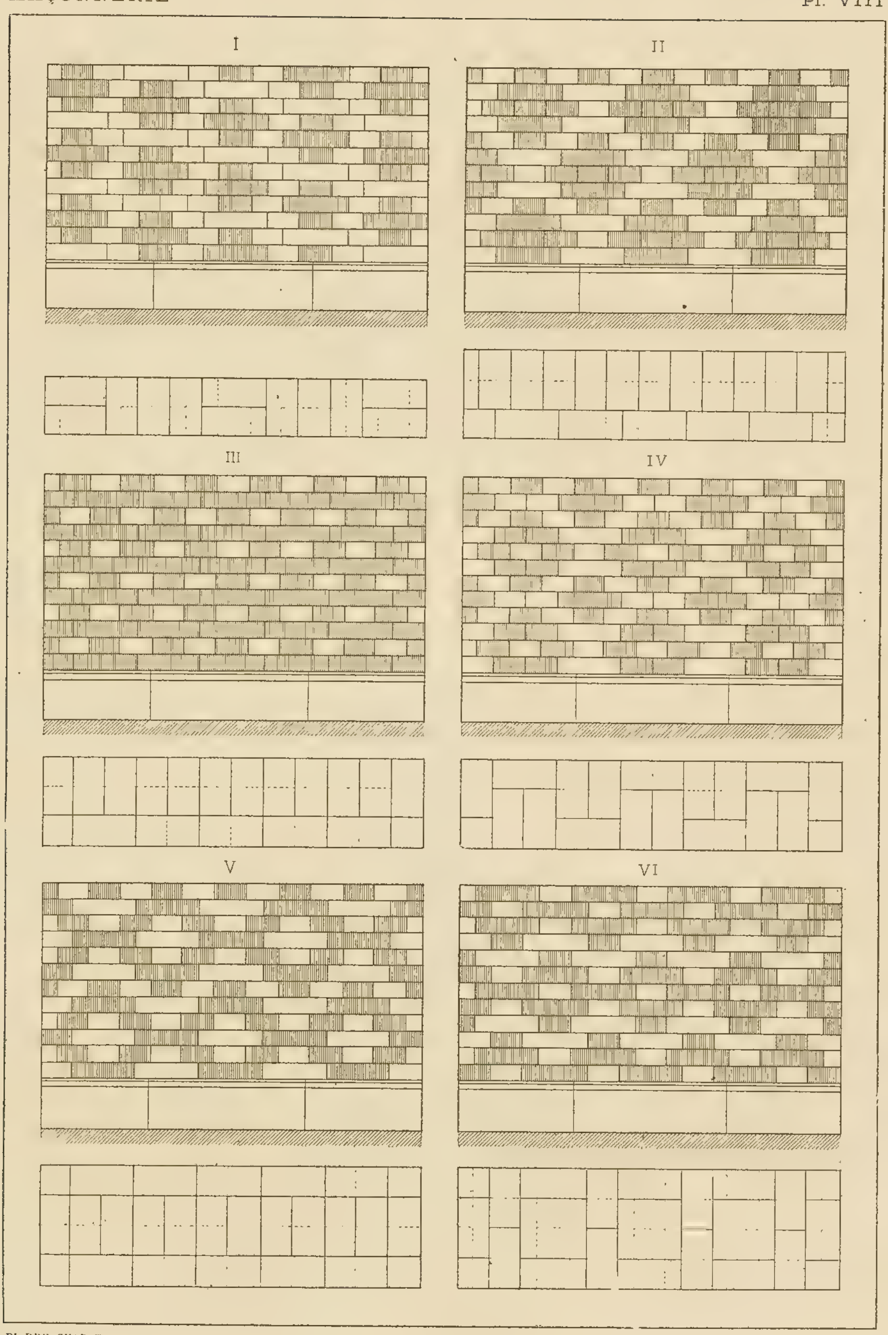
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

BOSSAGES



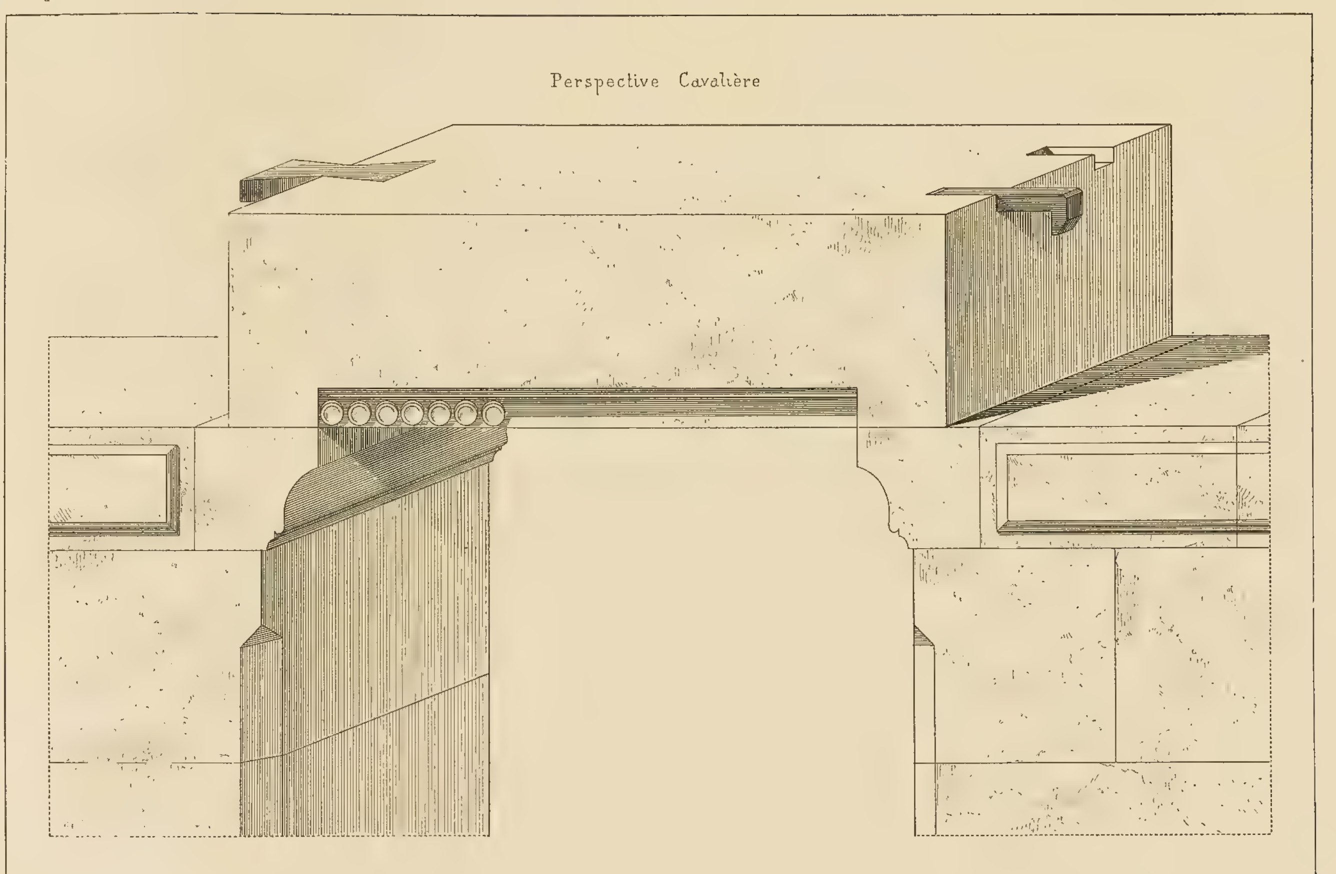
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

MURS EN BRIQUES



PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

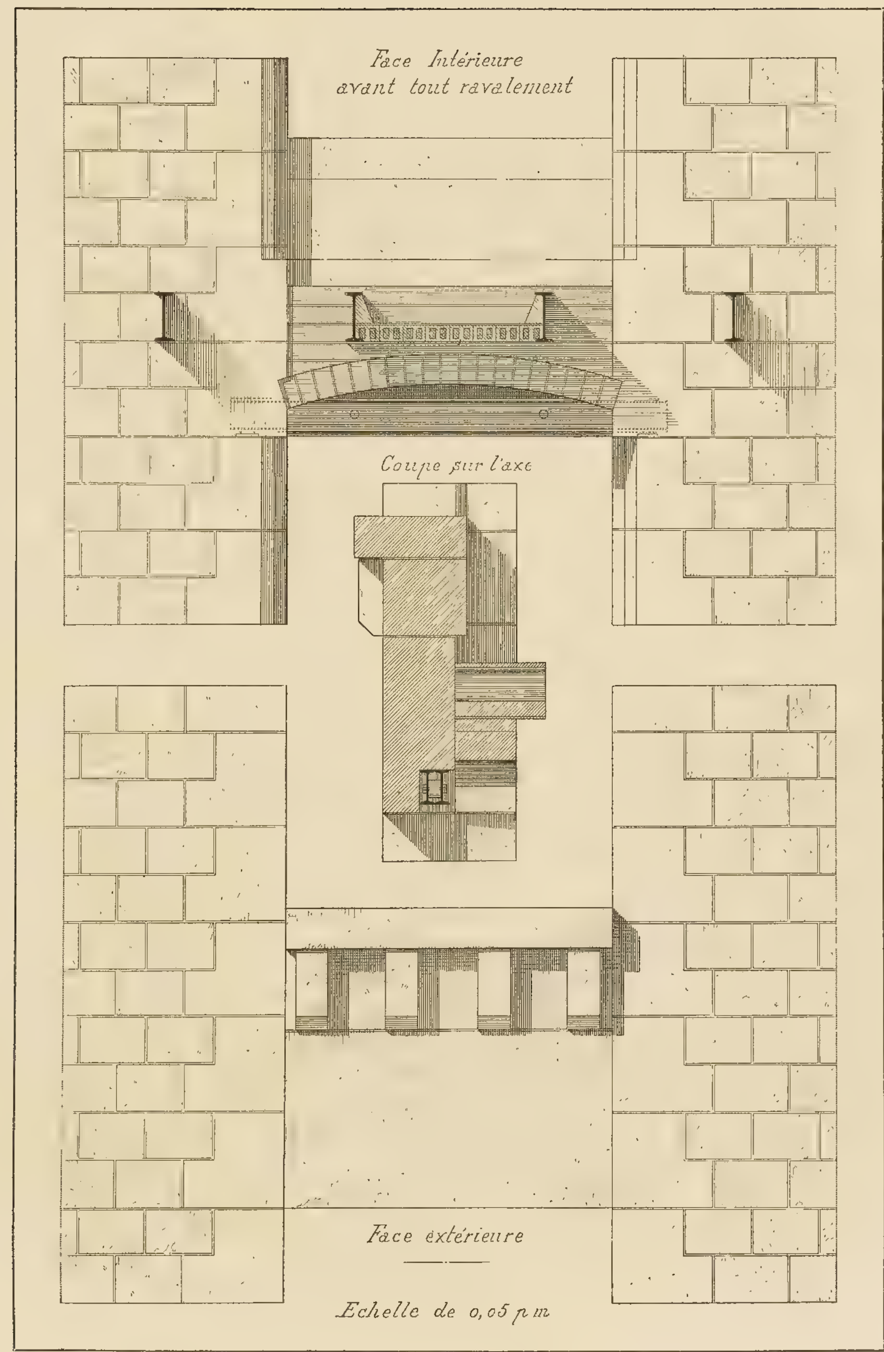
MURS EN BRIQUES



PIERRE CHABAT

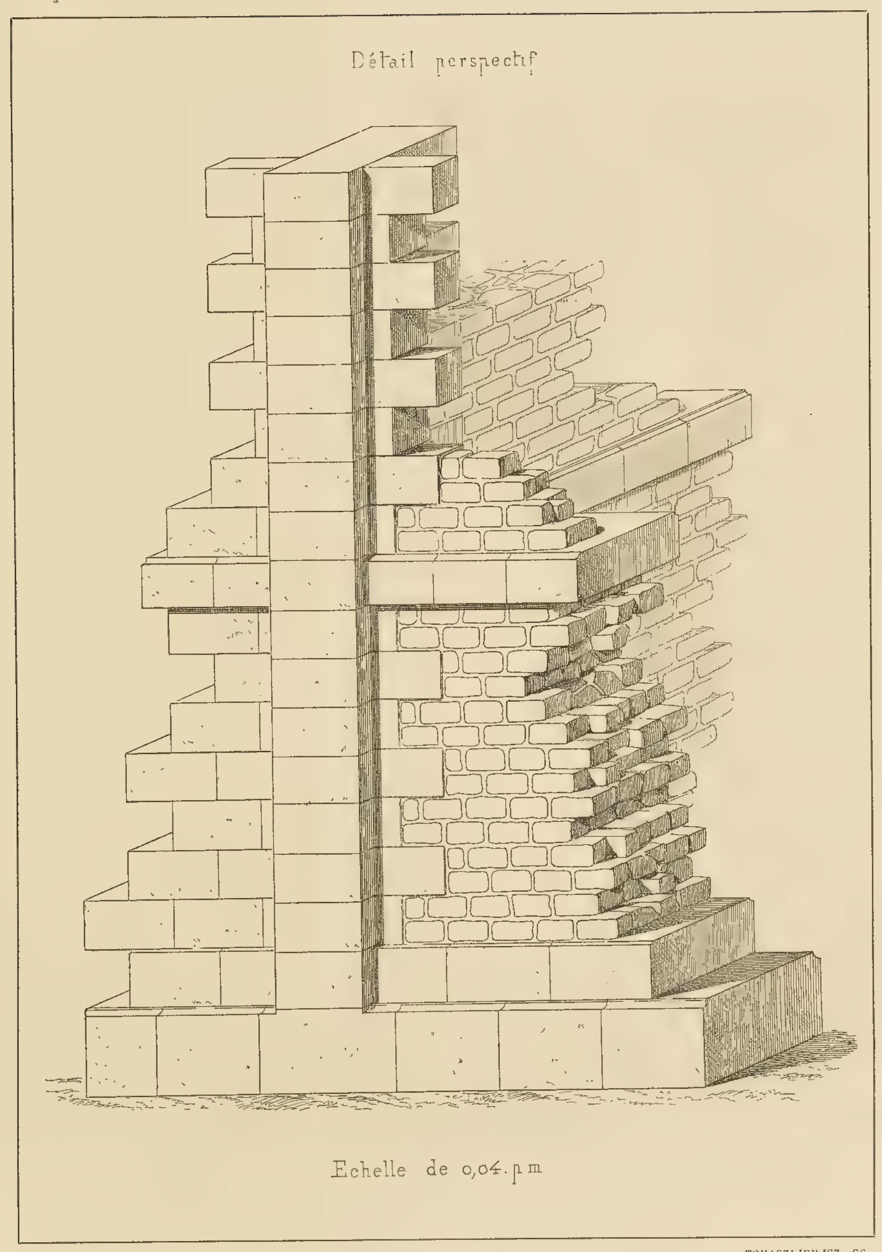
WALLET, SC.

LINTEAU



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

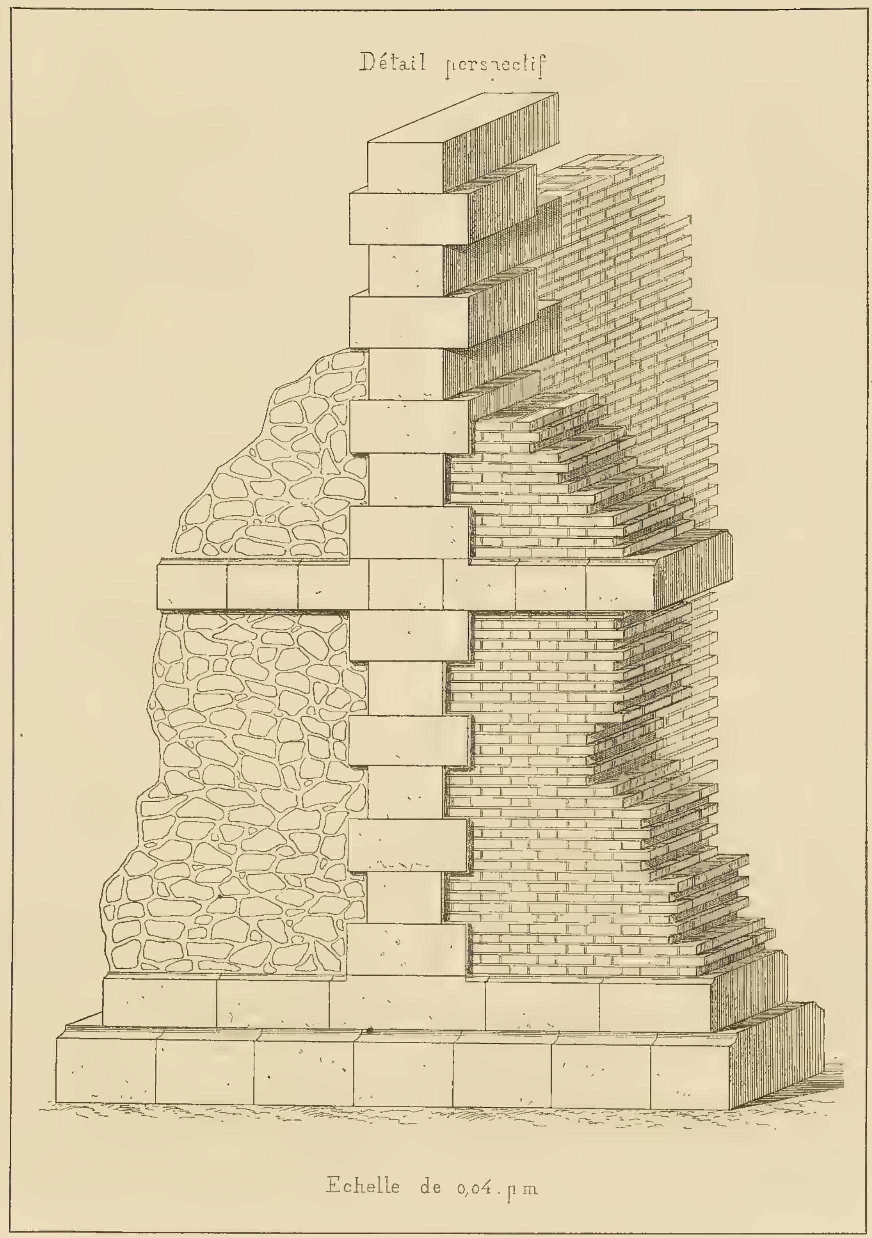
LINTEAU



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

CHAINE EN PIERRE

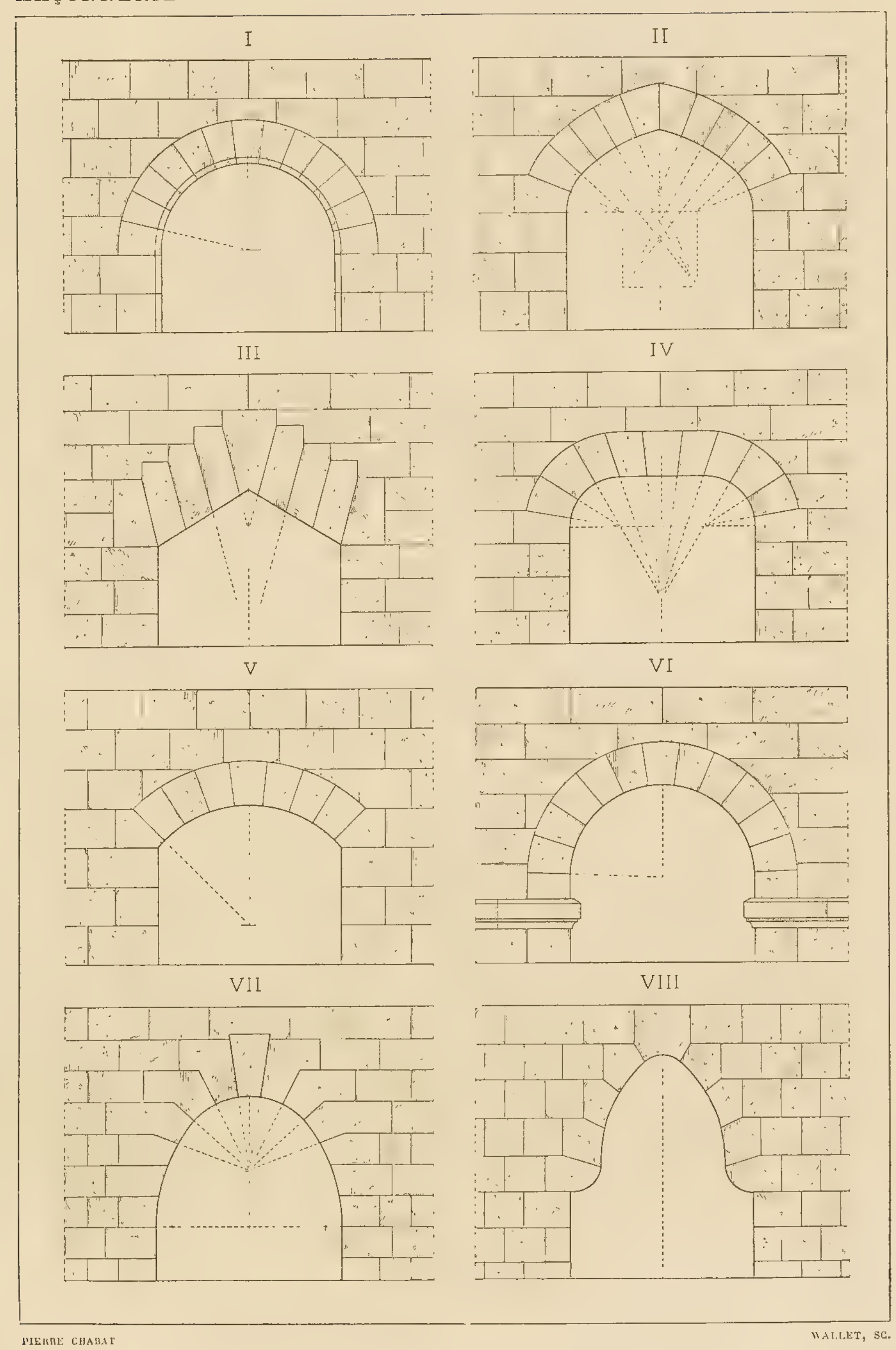
(MURS EN PIERRE ET EN MOELLONS



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

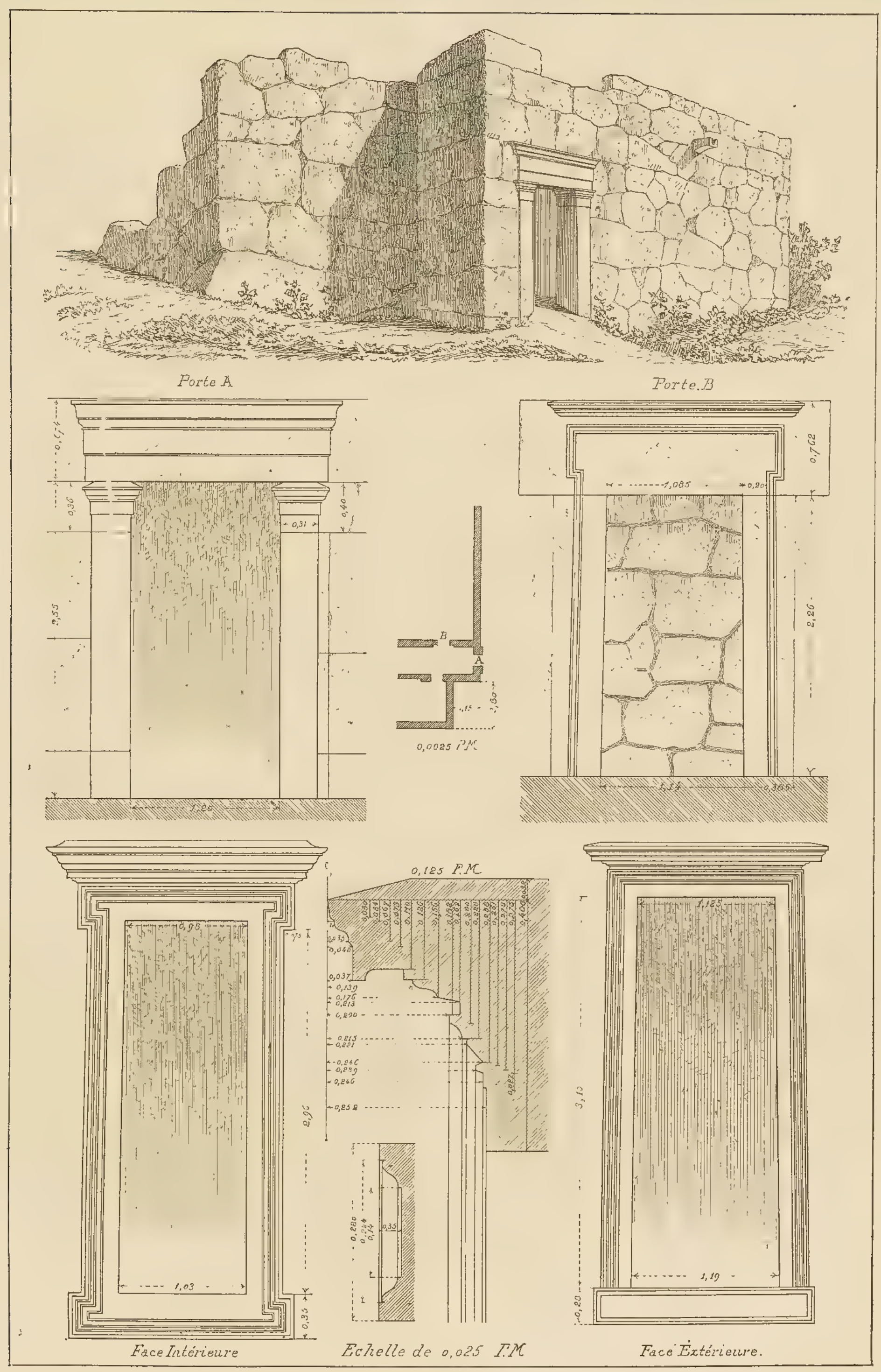
CHAINE EN PIERRE

(MURS EN MEULIÈRE ET EN BRIQUES)



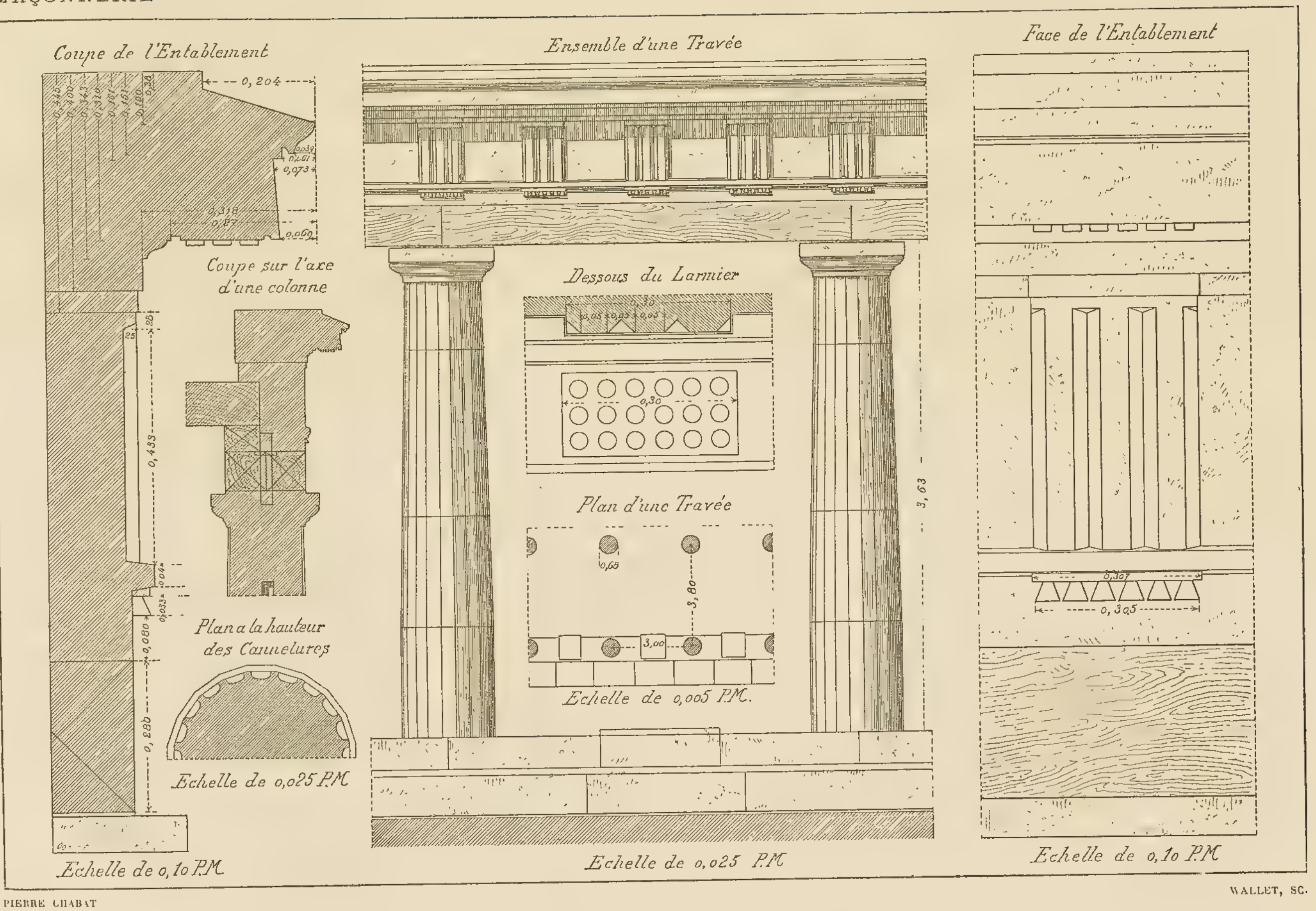
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ARCS



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

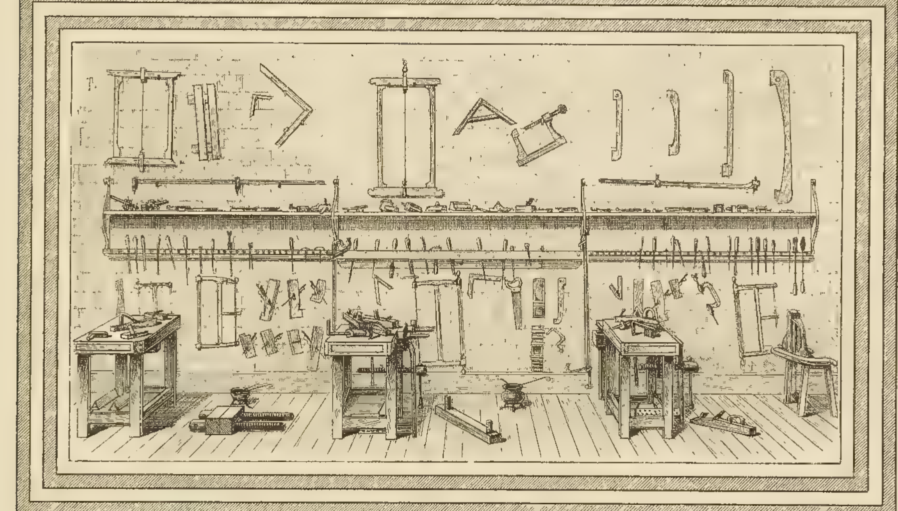
PORTES ET FENÊTRES



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PORTIQUE

LA
MENUISERIE



OUTILLAGE — ASSEMBLAGES
LAMBRIS — PORTES — CROISÉES — BALCONS
BARRIÈRES — CASIERS — PARQUETS
ÉCHANTILLONS DES BOIS

PIERRE CHABAT — TOMASZKIEWICZ, SC.

LA

MENUISERIE

Branche de la construction qui a pour objet l'exécution des revêtements posés contre les parois intérieures des édifices et des cloisons légères, fixes ou mobiles. De là deux divisions principales :

1° La *menuiserie dormante,* qui comprend tous les ouvrages appliqués aux murs, voûtes, plafonds et planchers et, en général, tous les travaux fixes exécutés par le menuisier ;

2° La *menuiserie mobile,* dans laquelle on classe tous les ouvrages en bois tels que : *portes, croisées, persiennes,* destinés à clore à volonté les baies pratiquées dans les murs des constructions, pour y donner accès ou pour laisser pénétrer l'air et la lumière.

Les principaux bois employés dans la *menuiserie* sont le chêne et le sapin. On se sert cependant aussi, pour certains ouvrages, du châtaignier, du hêtre, du peuplier grisard et du noyer. Ces différents bois doivent être parfaitement secs et il faut rejeter tous ceux qui présentent un vice quelconque. Ils doivent être corroyés, dressés à vive arête et bien joints.

PLANCHE I

OUTILS DU MENUISIER

Sergent. — Nom que les ouvriers donnent, par corruption, au *serre-joint*; cet instrument sert à maintenir l'une contre l'autre deux planches devant être collées par la tranche.

Nous donnons (fig. 1 et 2) deux exemples de *sergents* ou *serre-joints*.

Le premier (fig. 1) est un *sergent* en fer composé d'une tige carrée dont l'extrémité se retourne à angle droit. Cette petite branche est munie d'une douille taraudée dans laquelle passe une vis en fer que l'on fait tourner au moyen d'une manivelle. Cette vis presse une patte mobile qui serre les planches contre un second mentonnet, que l'on peut également faire marcher en donnant sur sa douille quelques coups de marteau. Cette dernière patte prend une position oblique parce qu'elle peut avancer par le haut, tandis que les planches l'empêchent d'avancer par le bas.

La vive arête interne, dans la douille, s'abaisse du côté de la vis. presse la face supérieure de la tige du *sergent* et, comme cette face n'est pas polie, le frottement de cette partie anguleuse de la douille suffit pour maintenir en place la patte et, par conséquent, les deux planches que cette patte rapproche par sa partie inférieure.

Le second (fig. 2) est une pièce de bois longue d'environ $1^m,60$, large de $0^m,08$ à $0^m,10$ et épaisse de $0^m,054$.

D'un côté, sa tranche est taillée en crémaillère dont les dents soutiennent, à l'aide d'une bride en métal, un support appelé *patte* ou *mentonnet* mobile. A l'extrémité de cette tige, avec laquelle est tourné le dessus du support, est fixée, à angle droit, une traverse de même largeur et de même épaisseur, dont la saillie est égale à celle du support mobile. Cette traverse, qui forme un mentonnet fixe, est percée d'un trou taraudé dans lequel tourne une vis que l'on meut avec la main parallèlement à la crémaillère.

Placé dans une position horizontale, cet outil serre les planches contre son support par la pression qu'exerce sa vis. Il y a aussi des *sergents* en bois avec vis en fer.

Niveau. — Le niveau rectangulaire (fig. 3) peut s'appliquer, par sa partie supérieure, en dessous des pièces horizontales ou, par sa partie latérale, contre une pièce dont les faces doivent être verticales.

Le fil à plomb passe par le milieu des traverses horizontales, dont une au moins affleure les règles verticales.

Compas. — Instrument à branches de métal (fig. 4) qui sert à prendre des mesures de longueur ou d'épaisseur, et à tracer des arcs.

Racloir. — Lame de fer à laquelle on donne du morfil et qui, fixée dans un manche en bois, permet d'unir et de dresser parfaitement un morceau de bois (fig. 5).

Boîte d'onglets. — Les menuisiers emploient pour faire les *coupes d'onglets* une *boîte dite d'onglets*, sorte de canal dans lequel on place la pièce à couper et qui porte sur ses parois des encoches obliques servant à guider la scie.

Vrille. — Outil qui sert à percer le bois soit de part en part, soit sur une portion de son épaisseur, pour y fixer des vis ou pour amorcer un autre outil.

La *vrille* est une tige en fer dont une extrémité est adaptée dans un manche en bois perpendiculaire à sa longueur; l'autre extrémité est terminée en vis afin de s'introduire plus aisément dans le bois (fig. 8).

Notre figure 7 représente une *vrille* complètement en fer et dont la poignée est en forme d'anneau.

Scie allemande. — Instrument qui sert à couper le bois. Notre figure 9 représente une *scie allemande* que l'on emploie pour refendre les bois en longueur.

Parmi les scies qu'emploie encore le menuisier, nous citerons : La *scie* à tenons servant à couper les bois en travers, à faire les tenons, les entailles, etc.

La *scie* à chantourner qui possède une lame très étroite pour faire les découpures, les chantournements de consoles, coupes cintrées, débillardements, etc.

Trusquin.— Outil qui sert à tracer, sur le bois, des lignes parallèles et des arêtes droites.

Cet outil, représenté par la figure 10, se compose de plusieurs parties : une tige ou verge; une platine dont les faces sont parallèles et rectangulaires et qui est percée d'une mortaise carrée destinée à recevoir la tige, qui la traverse à angle droit et qui doit glisser à frottement doux; d'un coin qui traverse la platine dans sa largeur, parallèlement à deux de ses côtés, et sert à la fixer par pression; enfin, d'une pointe en fer affilée qui sert de *traceret*.

La platine peut ainsi, en pressant sur la tige, se placer à la distance voulue de cette pointe qui marque le trait que l'on désire, en s'appuyant sur la face du bois à laquelle on veut tracer une ligne parallèle.

Rape. — Grosse lime que les menuisiers emploient pour arrondir et dresser le bois debout.

La râpe représentée par la figure 11 est demi-ronde, mais on en fait aussi de planes.

Wastringue. — Outil qui sert à replaner les parties cintrées, où le rabot ne peut servir, telles que consoles, rives cintrées ou chantournées.

Pierre a huile. — La figure 13 donne une *pierre à huile* fixée sur un morceau de bois et dont on se sert pour affûter le fer des rabots et les ciseaux.

Tourne a gauche. — Outil qui sert à donner de la voie aux scies; c'est un morceau de fer plat dans lequel sont pratiquées des entailles de $0^m,006$ à $0^m,009$ de profondeur pour saisir les dents des scies et les écarter alternativement à droite et à gauche (fig. 14).

Marteau. — Le *marteau* du menuisier est à panne carrée et à tête plate ainsi que l'indique la figure 15.

Ciseau. — Outil composé d'une lame d'acier fixée dans un manche en bois ; ce manche est cylindrique ou à plusieurs pans ; il porte environ $0^m,13$ ou $0^m,14$ de longueur ; le fer est plat (fig. 16) ou à biseau (fig. 17), un peu élargi par le bas ; la partie supérieure, appelée *collet,* est évidée, renforcée généralement par une arête et se termine par une *embase,* qui porte la *soie,* pointe entrant dans le manche ; le tranchant est à un seul biseau et se trouve dans l'une des faces de la lame.

Bec-d'ane. — Ciseau qui sert pour couper le bois perpendiculairement aux faces des pièces et creuser des mortaises et des embrèvements (fig. 18).

Le tranchant de cet outil est dans l'un des plans de la lame et n'a qu'un seul biseau formé d'un ou de deux plans.

Il est pourvu d'un manche de $0^m,15$ à $0^m,18$ de longueur en bois de frêne, de charme ou de cormier.

On dit également *bédane.*

Lime. — Tige ou barre d'acier trempé dont la surface est taillée de dents pour user les métaux. Cette tige est munie d'une queue pointue, que l'on appelle *soie,* et qui entre dans un manche en bois. La partie couverte d'aspérités se nomme la *verge.*

Si les dents sont peu sensibles, on dit que la *lime* est *douce* ; elle est rude dans le cas contraire ; entre ces deux extrêmes, la *lime* porte le nom de *bâtarde.* Il y a en outre les *limes demi-douces, très-douces* et *extra-douces.*

On distingue parmi ces outils, au point de vue de la forme, les trois suivants dont se servent les menuisiers :

La *lime* dite *demi-ronde* (fig. 19) ; la *lime plate pointue* (fig. 20) et la *lime plate à main* (fig. 21).

Tourne-vis. — Outil formé d'une lame plate d'acier emmanchée dans une tête en bois (fig. 22).

Cette lame a l'apparence d'un ciseau non tranchant ; la partie amincie entre dans la fente ménagée sur la tête d'une vis qu'on veut serrer ou desserrer.

Tenailles. — Outil composé de deux branches réunies ensemble par un clou rivé formant un axe autour duquel ces branches sont mobiles (fig. 23). Les mâchoires ou mors sont en acier et servent à retenir ou arracher.

Chasse-clous. — Tige de fer ou d'acier (fig. 24) qui sert à enfoncer davantage les clous ou pointes que le marteau ne peut atteindre.

On dit aussi *chasse-pointes.*

Pot a colle. — Le *pot à colle* employé de nos jours diffère de l'ancien en ce sens qu'il

se compose de deux récipients bien distincts, au lieu d'un, ainsi que le démontre la figure 25. Le plus grand récipient, espèce de marmite en fonte ou en fer, reçoit d'abord une certaine quantité d'eau et se met directement sur le feu ; on y plonge ensuite le petit pot, récipient en cuivre, renfermant de la colle et dont la dissolution a lieu au bain-marie.

Ce pot a l'avantage de pouvoir rester continuellement sur le feu — en maintenant toutefois une température modérée, — ce qui permet d'avoir toujours sous la main de la colle liquide.

Valet. — Outil de fer qui affecte la forme d'un F (fig. 26) qu'on emploie pour maintenir sur l'établi une planche que l'on travaille.

La longueur de la tige du *valet* est de $0^m,50$ à $0^m,75$ et sa grosseur de $0^m,027$ à $0^m,034$.

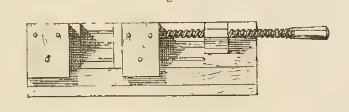
On appelle *valets de pied* des *valets* qui sont plus petits que les autres.

Compas a verge. — Le *compas à verge* en bois représenté par notre figure 27 est formé par une règle de sapin ayant jusqu'à 5 et 6 mètres de longueur. Cette règle porte trois poupées dont une fixe à pointe et les deux autres mobiles : l'une est à pointe pour tracer les distances et l'autre à porte-crayon pour tracer des arcs de cercle.

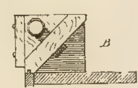
Boite a recaler. — Instrument de menuisier qui sert à maintenir les bois à l'extrémité desquels on veut faire une surface de joint en coupe droite, en coupe d'onglet ou en fausse coupe.

A cet effet, la boîte présente trois ouvertures d'inclinaisons différentes. Une cale mobile, fixée à une vis en bois, peut glisser dans des rainures pratiquées sur les parois de la boîte à serrer le bois pour le maintenir (fig. 28).

Fig. 1







Un autre genre de *boîte à recaler* pour les coupes d'onglet est représenté par la figure 1 ci-contre ; cette boîte est fixée sur la table vue en coupe A et B ; comme dans l'outil précédent, une cale mue par une vis glisse dans une rainure, vient serrer le bois contre un tasseau fixe et permet de dresser et de finir le joint d'onglet au moyen du rabot ; on voit également l'élévation ou longueur et les coupes A et B.

Scie a chevillles. — Morceau de fer plat dentelé (fig. 29) fixé sur un fût ou manche recourbé et qui sert à couper les chevilles quand l'ouvrage est chevillé.

Bouvet. — Outil de menuisier et de parqueteur qui sert à faire des languettes et à creuser des rainures sur l'épaisseur des planches pour les unir par leurs tranches.

La figure 30 représente un *bouvet double* dont les deux fers se croisent à angle droit et les deux semelles sont séparées par un épaulement commun.

La figure 31 donne le *bouvet de deux pièces* ou *bouvet à approfondir* ; cet outil sert à creuser des rainures d'une profondeur et d'un écartement variables.

Vilebrequin. — Outil servant à percer le bois. Le *vilebrequin* ordinaire (fig. 32) est composé

d'une poignée et d'une manivelle coudée, qui sert à faire tourner des mèches pour faire des trous. La partie coudée est d'un seul morceau ; elle est traversée dans le haut par une cheville à tête qui sert d'axe de rotation. Le bout de cette cheville est retenu par une goupille de façon que la poignée ne peut se séparer de la manivelle. La partie inférieure est percée d'un trou carré, qui reçoit la queue, également carrée, du fût portant la mèche.

Nous donnons figure 33 les différentes formes de mèches employées pour le *vilebrequin*.

Presse. — La *presse à coller* est un outil qui a la forme indiquée par la figure 34 et que les menuisiers emploient pour coller les assemblages. Il y en a de différentes grandeurs.

Varlope. — Grand rabot pour unir et planer le bois.

La *varlope* est composée (fig. 35) d'un fût en bois de cormier, ayant de 0m,65 à 0m,75 de longueur sur 0m,14 d'épaisseur et de 0m,08 à 0m,11 au plus de hauteur ; d'une poignée percée d'un trou ovale où l'on pose les quatre doigts de la main droite afin de conduire l'outil ; d'un fer d'environ 0m,054 de largeur, placé incliné dans un trou, qui est lui-même percé dans l'épaisseur du fût et que l'on nomme *lumière* ou *mortaise*. Le tranchant du fer est en ligne droite et dans le plan du dessus de la lame, le biseau au-dessous ; l'inclinaison du fer par rapport à la semelle est de 0,45° à 0,50° ; le fer est assujetti par un coin.

Rabot. — Outil à fût que l'on emploie pour corroyer et planer le bois.

Les *rabots* se composent tous d'un fer ou lame tranchante et d'un fût en bois ayant pour objet de maintenir cette lame dans la position qui lui convient pour couper le bois, de permettre de la conduire avec les mains et de régler la quantité de bois à enlever.

Il y a différentes espèces de *rabots*, que l'on emploie suivant qu'il s'agit simplement de corroyer le bois ou de lui donner des formes déterminées.

Le *rabot* proprement dit, que représente la figure 36, se compose d'un fût, sorte de bille en bois dur et compact, tel que le poirier, le cerisier, le sorbier ou le cormier ; d'un fer qui s'engage dans une entaille inclinée, plus ou moins dégagée, qu'on appelle lumière et d'un coin en bois qui sert à maintenir le fer dans la lumière. Le tranchant du fer est droit pour planer ; on le fait aussi concave ou convexe. On donne à la lame plus ou moins de saillie, suivant l'épaisseur des copeaux que l'on veut enlever.

On distingue plusieurs sortes de *rabots* : le *rabot cintré convexe, cintré concave*, à *contre fer*, à *semelle d'acier*, à *élégir*, *debout*, à *râcloir*, à *mettre d'épaisseur*, à *deux fers* et, enfin, le *rabot rond* à *lumière dessus* ou à *lumière de côté*, à *fer simple* ou à *fer élégi*.

Fausse équerre (Sauterelle). — L'équerre *mobile* ou *fausse équerre*, représentée par la figure 37, est formée de deux lames dont l'une, en bois ou en acier, rentre dans l'autre qui est en bois et porte de 0m,20 à 0m,40 de longueur.

Équerre d'onglets. — L'*équerre d'onglets* (fig. 38) est formée d'un corps et de deux ailerons ; ces deux ailerons sont disposés de façon à donner deux angles droits et un angle obtus de 135°, c'est-à-dire supplémentaire de l'angle de 45°.

L'angle droit extérieur sert à tracer sur la face d'une pièce de bois une perpendiculaire

à l'arête contre laquelle on appuie l'épaulement ; l'angle droit intérieur permet de vérifier si deux plans ou deux faces d'une pièce de bois, formant une arête saillante, sont perpendiculaires l'un à l'autre. L'angle obtus a pour objet de donner une ligne qui fasse un angle de 45° avec l'arête contre laquelle on appuie l'épaulement ; les ailerons de cette *équerre* sont quelquefois en acier.

Scie a araser. — La *scie à araser* (fig. 39) est une sorte de bouvet qui a pour languette un morceau de *scie* attaché au fût, qu'on fait porter comme une tringle de bois droite, pour scier des arasements d'une grande largeur. La *scie à main* est formée d'une lame et d'une poignée ou d'un manche (voy. pl. I, outils du Charpentier, fig. 27).

Gouge. — Ciseau dont le taillant est creux d'un côté et bombé de l'autre. La figure 40 représente une *gouge* composée d'une lame à taillant demi-circulaire fixée dans un manche en bois, sur lequel on frappe avec un maillet ; l'autre (fig. 41) a son tranchant courbe dans deux sens et son biseau extérieur, au lieu d'être intérieur comme dans l'outil précédent.

Maillet. — Outil de percussion employé par les menuisiers. Le *maillet* (fig. 42) est composé d'un manche long d'environ $0^m,20$ et d'une masse de bois de charme, de frêne, de chêne, d'orme tortillard ou de buis, ayant $0^m,17$ de longueur sur $0^m,11$ à $0^m,12$ de hauteur et $0^m,008$ d'épaisseur.

Tiers-point. — Lime triangulaire propre à affûter les dents de scies (fig. 43).

Équerre. — Instrument qui sert à élever des perpendiculaires, à tracer et à vérifier des angles droits (fig. 44).

PLANCHE II

ECHANTILLONS DES BOIS

On entend par *échantillons* des pièces ayant les dimensions et formes déterminées par les règlements et usages, pour certaines espèces de matériaux.

Les *bois d'échantillon* sont des bois débités suivant les dimensions usitées dans le commerce.

Les principaux sont :

Le *Chêne.* — Arbre de la famille des *amentacées* fournissant le bois de construction le meilleur, au point de vue de la résistance et de la durée.

Le *chêne* se conserve à l'air pendant plusieurs siècles ; sous l'eau il devient très dur et

presque indestructible. On doit l'employer de préférence dans les endroits exposés à l'humidité, comme les faîtages de combles couverts en tuiles, les chevrons de rive, les planchers ou parquets de rez-de-chaussée, les châssis de fenêtre, les encadrements de porte, etc.

Le *Sapin.* — Arbre de la famille des *conifères* dont le tronc est droit et élevé. Les rameaux du *sapin* sont disposés autour de la tige avec laquelle ils forment angle droit ; les feuilles, linéaires, quadrangulaires et pointues, sont éparses, toujours vertes, d'une teinte sombre ; les fruits sont des cônes écailleux, pendants, de $0^m,13$ à $0^m,16$ de longueur.

Le *sapin* s'élève à plus de 39 mètres ; il acquiert, à sa base, plus d'un mètre de diamètre ; il croît naturellement dans les forêts des montagnes d'Europe ; en France, on le trouve en abondance dans les Alpes, les Vosges et les Pyrénées.

Les planches que l'on emploie en France, dans les ouvrages de construction, proviennent ordinairement du chêne, du sapin et du peuplier grisard, et sont débitées et livrées au commerce, suivant des dimensions déterminées, auxquelles on donne différents noms ; ces diverses désignations sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

ESSENCES DES BOIS	DÉSIGNATION DES PLANCHES	ÉPAISSEURS	LARGEURS	LONGUEURS
Chêne	Feuillet (1)	0^m013	0^m23	2^m00 à 4^m00
	Panneau (1)	0.020	0 23	2.00 à 4.00
	Entrevous	0.027	0.23	1.50 à 4.00
	Echantillon	0.034	0.23	1.50 à 4.00
	Planche	0.041 à 0.045	0.22	1.50 à 4 00
	Merrain (2)	0.033, 0.040 et 0.047	0.13 ou 0.16	1.45
	Doublette	0.054 à 0.06	0.32	2.00 à 4.00
	Chevron	0.081	0.81	2.00 à 4.00
	Membrure	0.081	0.16	2.00 à 4.00
	Petit battant ou madrier	0.08	0.23	3.00 à 6.00
	Grand battant	0 11	0.33	4.00 à 6.00
Sapin de France	Feuillet	0.013	0.32	4.00
	Planche	0 027 0.044	0.32 0.27	4.00
	Madrier	0.054 0.065	0.22 0.22	4.00
Peuplier grisard	Panneau dit volige de Champagne	0.018	0.18 à 0.22	2.00 à 2.67
	Panneau dit volige de Bourgogne	0.025	0.22 à 0.27	2.00 à 2.67
	Quartelot	0.055 à 0.06	0.27 à 0 33	2.00 à 3.00
Sapin du Nord	Feuillet	0.013	0.22	3.00 à 7.00
	Panneau	0.020	0.22	3.00 à 7.00
	Planche	0.027 0.034	0.22 0 22	3.00 à 7.00
	Madrier	0.08	0.22	3.00 à 7.00
	Chevron	0.08	0.08	3.00 à 7.00
	Bastaing	0.04 0.065	0.17	3.00 à 7.00

(1) Ces échantillons se débitent presque toujours chez les menuisiers, qui les tirent ordinairement des planches.
(2) Ces planches n'ont pas plus de 1^m45 de longueur ; l'architecture ne les emploie guère que dans l'établissement des panneaux de lambris et de parquets.

Nous donnons sur notre planche n° II les éléments longs dont les dimensions sont indiquées dans le tableau ci-dessus, ainsi que les assemblages qui constituent des surfaces continues que le constructeur peut faire avec ces éléments.

Les retraits maximum des bois causés par la dessiccation, pour le chêne, est de $0^m,009$ transversalement aux fibres et de $0^m,011$ pour le sapin. Dans le sens des fibres le retrait est négligeable.

Les joints couverts ont pour but de cacher les déformations des bois causées par le retrait.

La figure I donne un exemple d'assemblage à éléments d'épaisseurs égales. La figure II montre que les joints sont couverts sur une face et les languettes sont élégies sur l'autre face pour économiser l'épaisseur des bâtis. La figure III montre que les languettes sont élégies et les joints couverts sur les deux faces. La figure IV fait voir que les joints sont couverts sur deux faces qui peuvent être visibles. La figure V représente un mode d'assemblage pour les surfaces unies sur lesquelles on marche, *Planchers, Parquets* ; on renonce à couvrir les joints et l'on emploie des bois étroits d'égales épaisseurs appelés *frises*. (Planches partagées dans le sens de la longueur.) La figure VI donne un assemblage de frises employé pour les lambris ; ces frises sont assemblées entre elles à rainure et languette, et sont simplement clouées sur traverse.

PLANCHES III ET IV

LAMBRIS

Ouvrage de menuiserie dont on revêt les parois intérieures des murs.

Les *lambris* peuvent être *assemblés* ou *non assemblés*.

La figure 1, planche III, représente un *lambris non assemblé* ; il se compose de planches ou frises de $0^m,11$ qui sont jointes entre elles à rainure et languette, mais qui sont simplement clouées sur traverse ; la cymaise et la plinthe sont rapportées.

La coupe (fig. 1) et le détail A de la planche IV, donnent les détails de ce lambris.

La figure 2 (pl. III) donne un lambris composé de planches de $0^m,22$, formant panneaux embrévés dans des traverses et des montants plus épais, mais plus étroits qu'elles, et chanfreinés sur les rives ; les panneaux sont à tables saillantes ; la traverse du haut est surmontée d'une moulure appelée *cymaise* ; celle du bas est la *plinthe* ; ces revêtements sont nommés *lambris d'assemblage*.

La coupe (fig. 2) et le détail B de la planche IV font voir les assemblages.

La figure 3 (pl. III) donne un *lambris à petit cadre*, c'est-à-dire un lambris dont les bâtis portent, sur l'arête, plusieurs moulures.

La coupe (fig. III) et le détail C de la planche IV, donnent les détails complémentaires de ce genre de *lambris*.

Le *lambris à grand cadre* ou à *cadre embrevé* (fig. 4, pl. III) est celui dont le cadre, faisant saillie sur le bâti, est pris dans des pièces de bois qui s'y embrèvent par une simple ou une double languette; on donne le même nom aux *lambris* dans lesquels le cadre est rapporté à plat-joint.

La coupe (fig. 4) et le détail D de la planche IV, indiquent les assemblages du *lambris à grand cadre.*

PLANCHE V

PORTE A PETITS CADRES

Les portes les plus simples sont les *portes pleines,* qui sont entièrement planes sur les deux faces et composées de planches assemblées entre elles, à rainures et languettes, avec clefs, et emboîtées haut et bas dans des traverses ; les planches sont ordinairement en sapin et les traverses en chêne.

Parmi les *portes* moins simples de construction, on distingue, comme dans les lambris, les *portes à petits cadres* et les *portes à grands cadres.*

Les *cadres* sont des moulures poussées en relief ou en creux ou bien encore rapportées.

La porte à petits cadres que nous donnons planche V est composée de trois panneaux à tables saillantes avec encadrements de moulures dont les profils sont ravalés et pris dans l'épaisseur des bois, montants et traverses, accompagnée d'un chambranle mouluré contre lequel viennent buter la cymaise et la plinthe, faisant soubassement sur le pourtour de la pièce.

Voir nos planches III et IV pour l'assemblage à *grands cadres.*

PLANCHE VI

CROISÉE

Ouvrage de menuiserie destiné à clore une fenêtre, tout en laissant pénétrer le jour. La *croisée* se compose d'un *bâti dormant* et d'un ou plusieurs châssis vitrés, mobiles, avec ou sans petits bois.

Nous donnons (pl. VI) le plan, l'élévation et la coupe d'une croisée à deux rangées de petits bois. Le dormant se fixe dans la feuillure de la baie au moyen de pattes à scellement. Les montants se nomment *battants*; ceux qui s'appuient contre le dormant sont dits

battants de noix; ceux qui se joignent, quand la fenêtre est fermée, sont les *battants meneaux*.

La coupe I J montre le *battant de noix*; la noix est une cavité circulaire pratiquée sur le montant du dormant et dans laquelle se loge une saillie de même forme, ménagée sur les montants du châssis mobile.

La coupe K L représente les *battants meneaux*, avec fermeture dite à *gueule de loup*.

La coupe G H donne la coupe de la traverse supérieure du vantail.

La coupe E F indique l'un des petits bois.

La coupe C D montre la traverse inférieure ou *jet d'eau* et l'appui ou *jet d'eau dormant*.

Les croisées se ferrent ordinairement de fiches à bouton ou chanteau, de paumelles, d'équerres, d'une crémone ou d'une espagnolette.

PLANCHE VII

PORTE DE CAVE

La porte que nous représentons en plan, coupe et élévation, sur notre planche VII, est une baie percée dans un mur en meulière; les jambages sont en pierre de taille; l'arc, formant la partie supérieure de la baie, est en briques; la fermeture a un seul *vantail*, en claire-voie, composé de *planches* clouées sur deux *traverses* et une *écharpe*.

PLANCHE VIII

PORTE CHARRETIÈRE

On nomme *porte charretière* une porte, ordinairement à deux vantaux, qui est assez large pour permettre le passage des voitures.

Notre planche VIII représente une *porte charretière* à deux vantaux composée de châssis en charpente, sur lesquels sont rapportés des lames verticales; à chaque vantail une écharpe relie les montants et les traverses.

PLANCHES IX, X et XI

BARRIÈRE

Les barrières pour passages à niveau se composent d'un vantail supporté à une extrémité par un poteau tourillon, et à l'autre extrémité par un tirant en fer qui vient se relier au dit poteau.

La charpente du vantail est formée par deux cours de madriers moisant une série de contre-fiches. La hauteur des madriers permet d'obtenir une poutre alliant la rigidité à la légèreté.

A côté du vantail se trouve un portillon pour le passage des piétons. Le portillon est disposé de manière à retomber de lui-même sur le poteau dormant. A cet effet, les deux gonds ne sont pas sur la même verticale; le gond supérieur est en devers, de telle sorte que le portillon étant ouvert il tende à se renverser du côté du battant.

L'ensemble et tous les détails d'une barrière de ce genre sont indiqués sur nos planches IX, X et XI.

PLANCHE XII

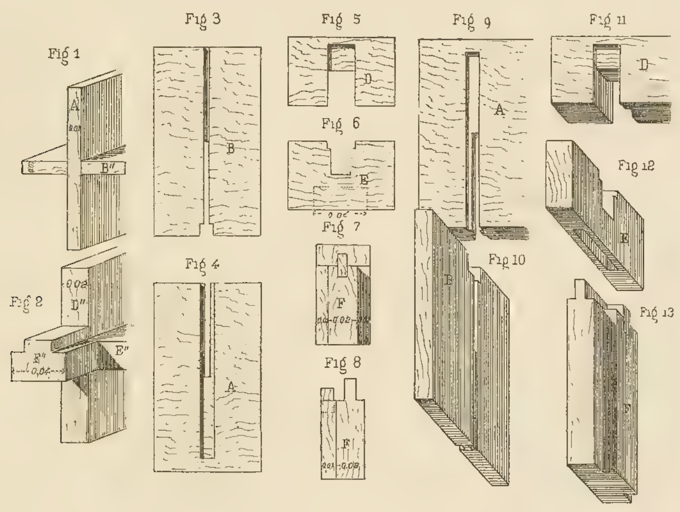
CASIER ET TIROIRS

On entend par casier l'assemblage de planches verticales et horizontales (*montants et rayons*) formant des cases où l'on peut classer des livres, des papiers, des objets de collections, etc.

Nous donnons figure 1, planche XII, le casier vu en géométral; la figure 2, planche XII, donne ce même casier en perspective cavalière, afin de faire comprendre plus facilement les proportions et les emmanchements. Nous donnons sur la figure ci-jointe, le montant et la traverse horizontale assemblés; les figures 3 et 4 donnent les projections géométrales des deux parties, et les figures 9 et 10 ces mêmes morceaux présentés de façon à faire comprendre comment ils entrent l'un dans l'autre. Cet assemblage pourrait s'appeler à mi-bois et à rainure. Il a ce grand avantage, que les casiers qui seraient faits ainsi ne se déformeraient pas, ce qui est très important dans un travail semblable.

On appelle tiroir une caisse en bois formée d'un fond et de quatre faces et qui entre à coulisse dans une armoire, une table, un comptoir, etc. La figure 3, planche XII, représente des tiroirs dont le problème consistait à ce qu'ils puissent changer indistinctement

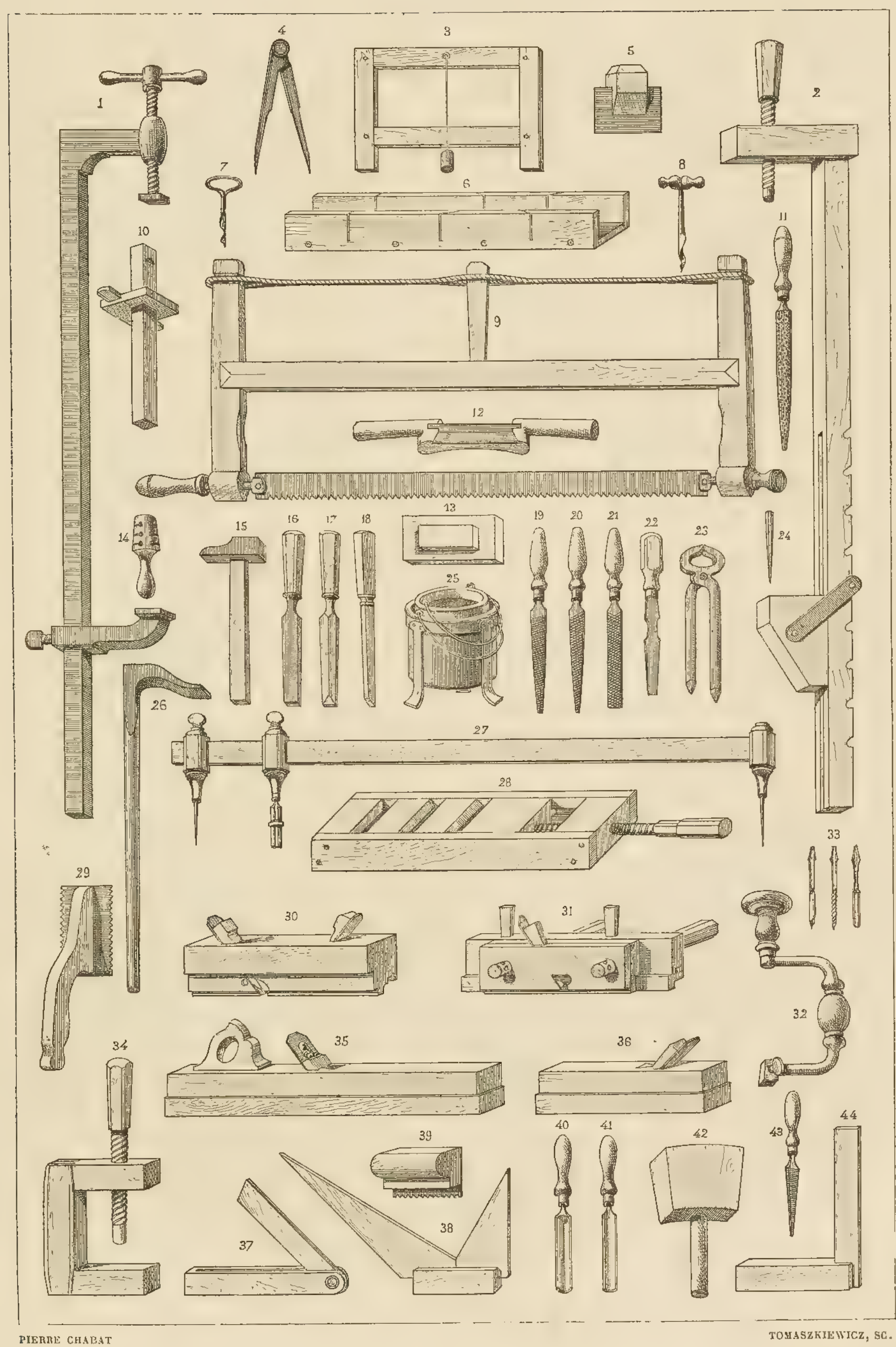
de place. Pour cela, il a fallu trouver des assemblages qui pussent s'exécuter très régulièrement. La figure 4, planche XII, représente les tiroirs placés sur leurs coulisseaux, séparés par la traverse d'arrêt, pour qu'ils ne s'enfoncent que de la quantité voulue. On peut voir aussi les montants verticaux désassemblés. La figure 5 fait voir la carcasse du meuble,



Echelle de o 25 p.m.

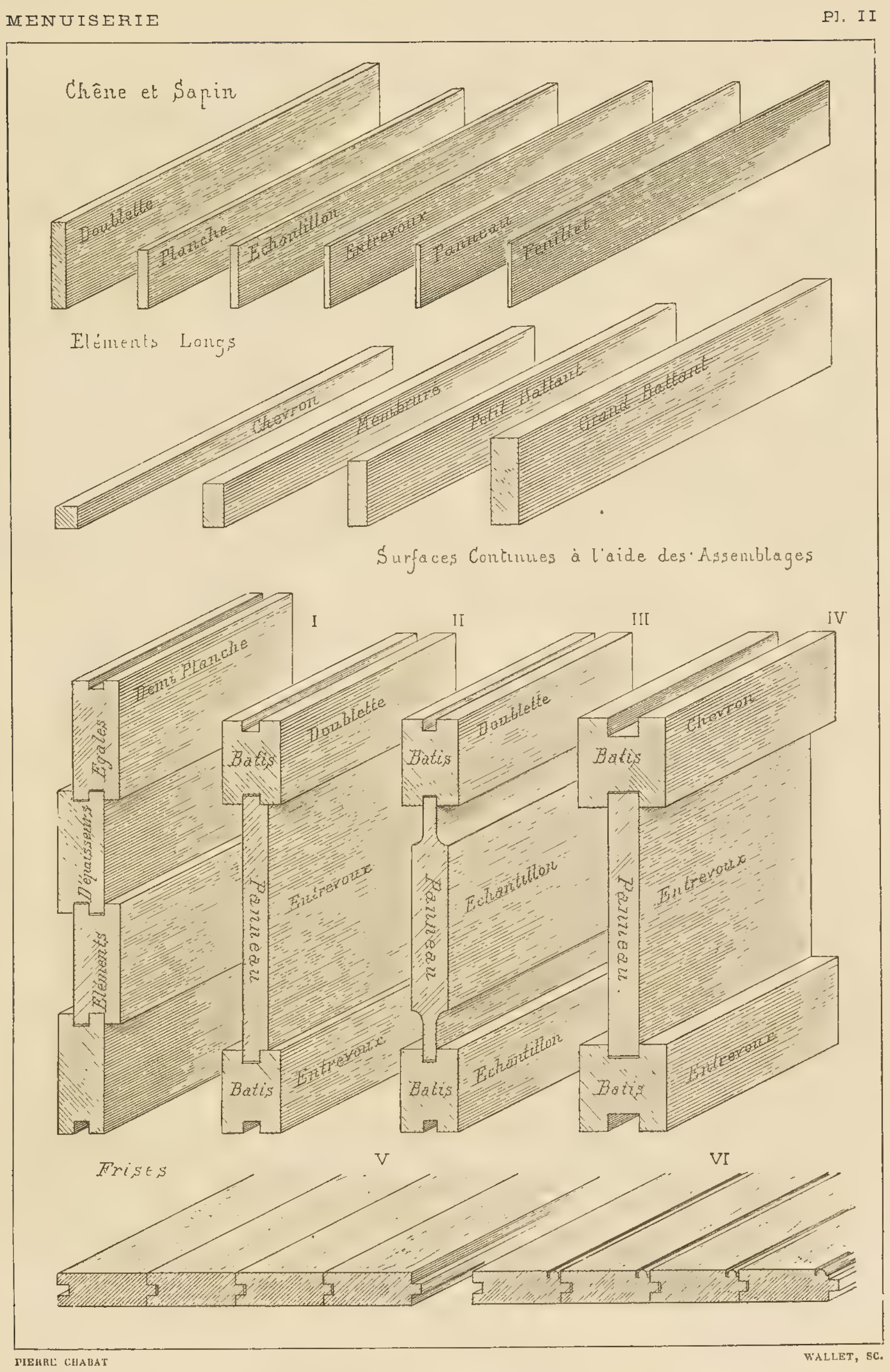
c'est-à-dire les montants verticaux, horizontaux, les coulisseaux et le tasseau d'arrêt, le tout assemblé.

Ainsi, la figure 2 donne la face intérieure du montant vertical de la traverse horizontale et du coulisseau, le tout ensemble. Les figures 5, 6, 7 et 8 montrent ces mêmes pièces désassemblées; et, enfin, les figures 11, 12 et 13 représentent ces mêmes assemblages en perspective cavalière.



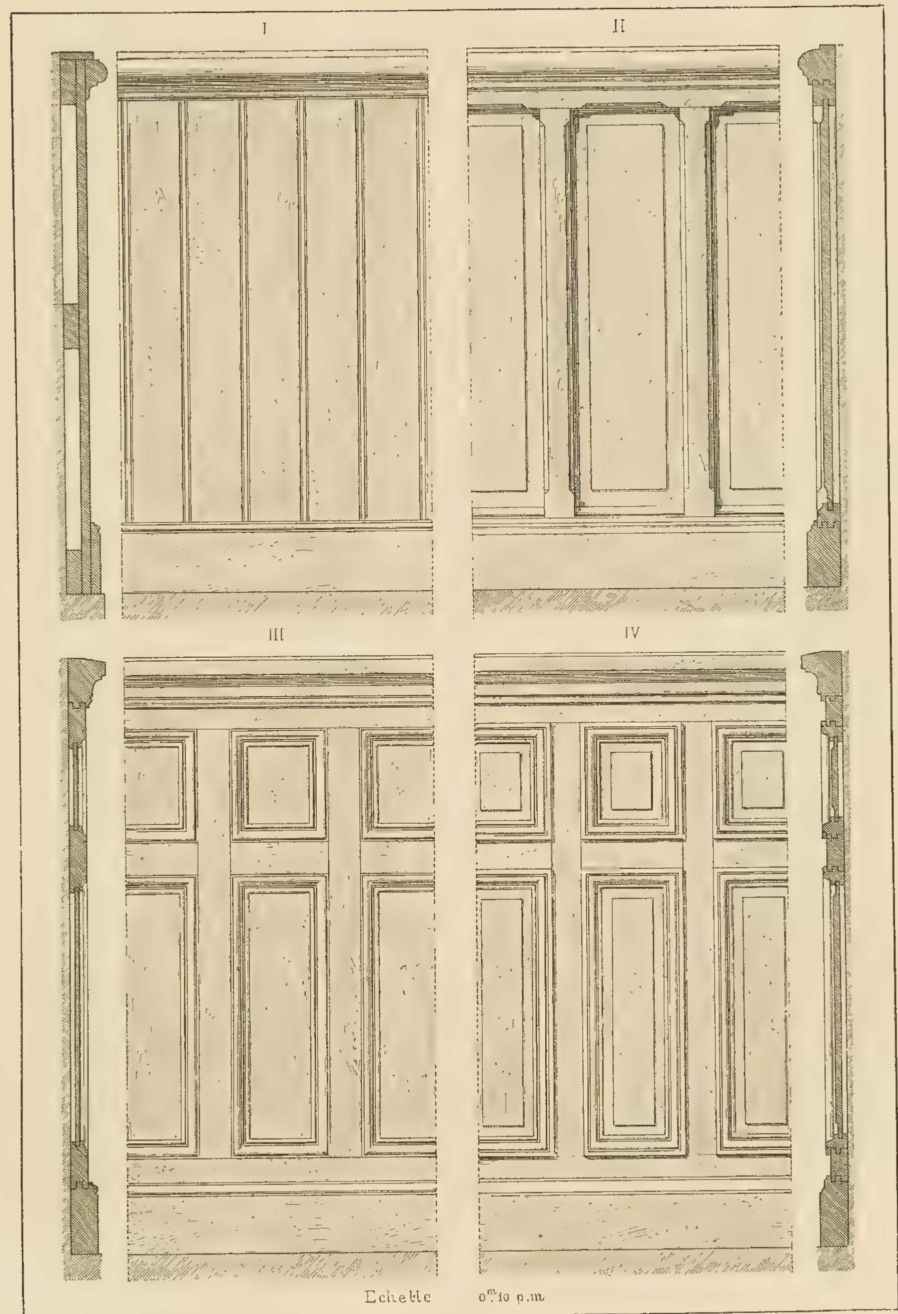
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

OUTILS DU MENUISIER



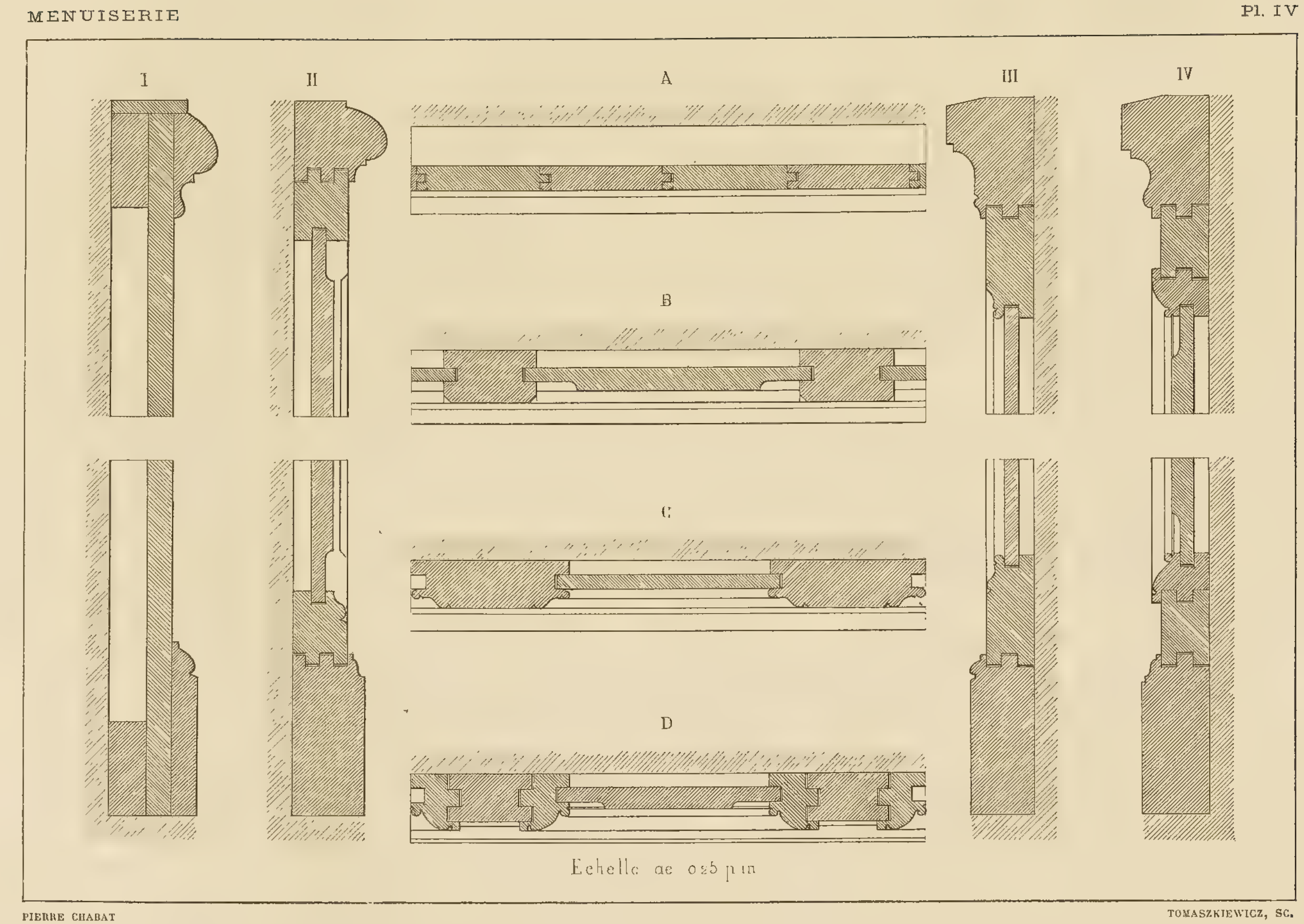
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

BOIS ET ASSEMBLAGES



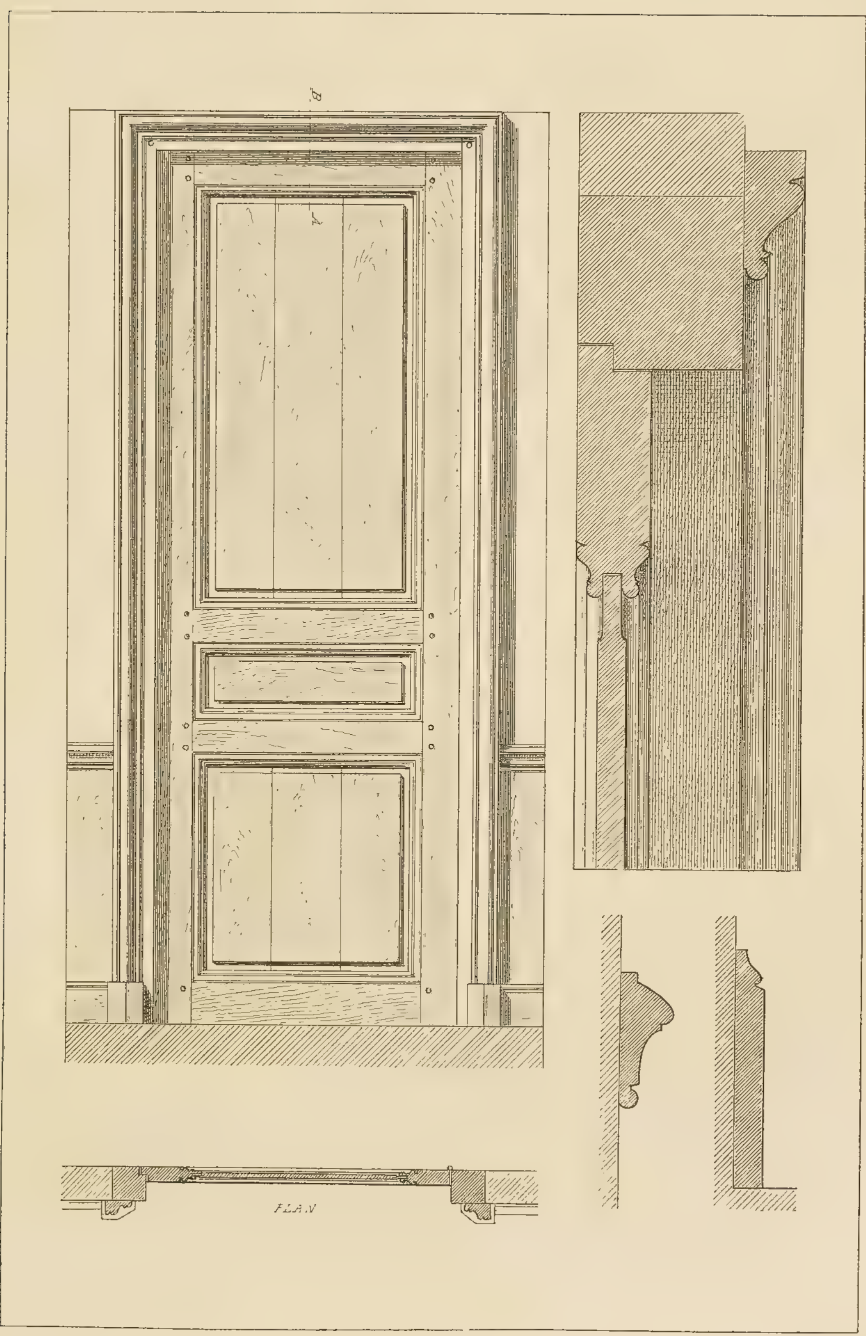
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

LAMBRIS



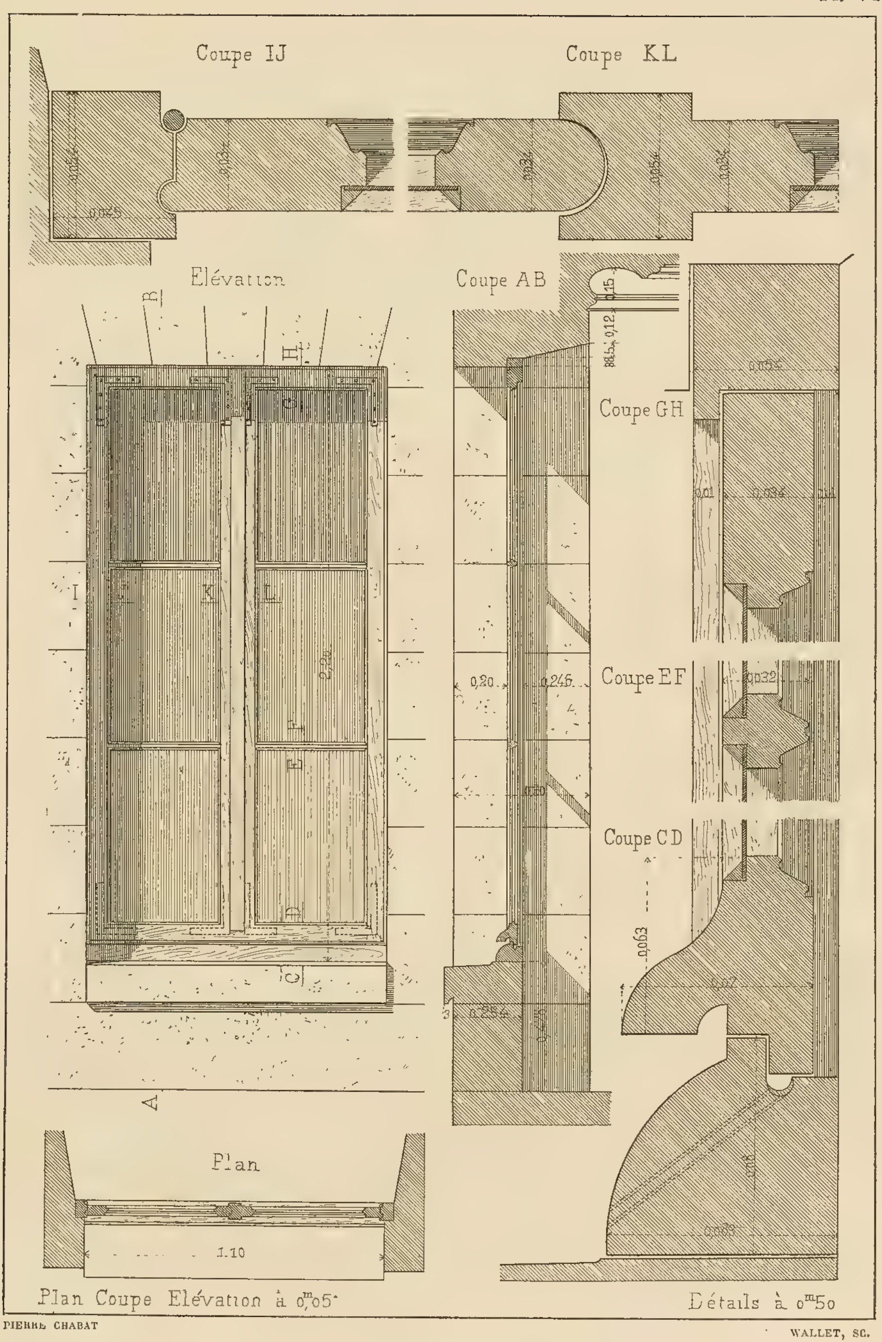
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

LAMBRIS



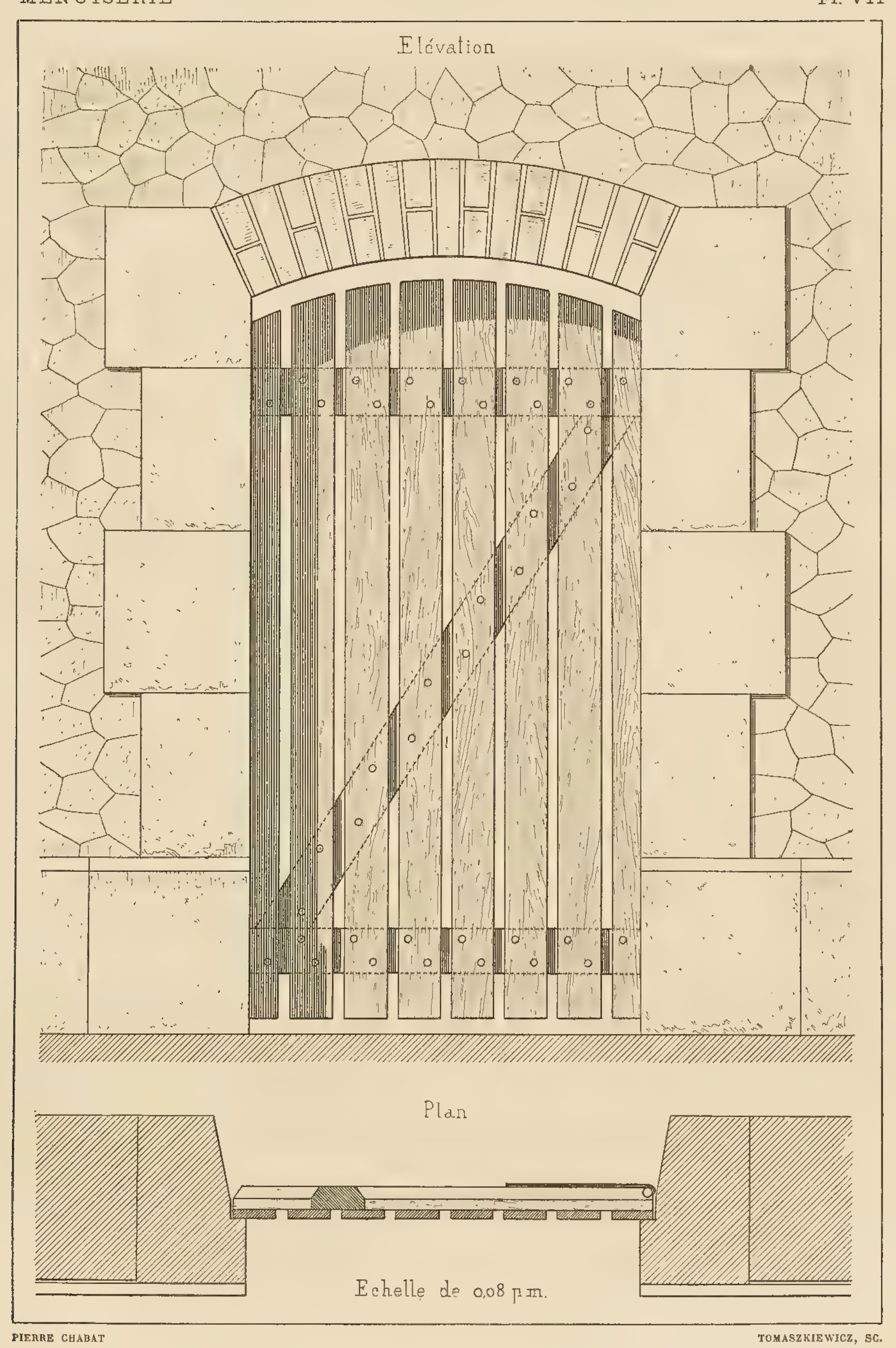
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

PORTE A PETITS CADRES



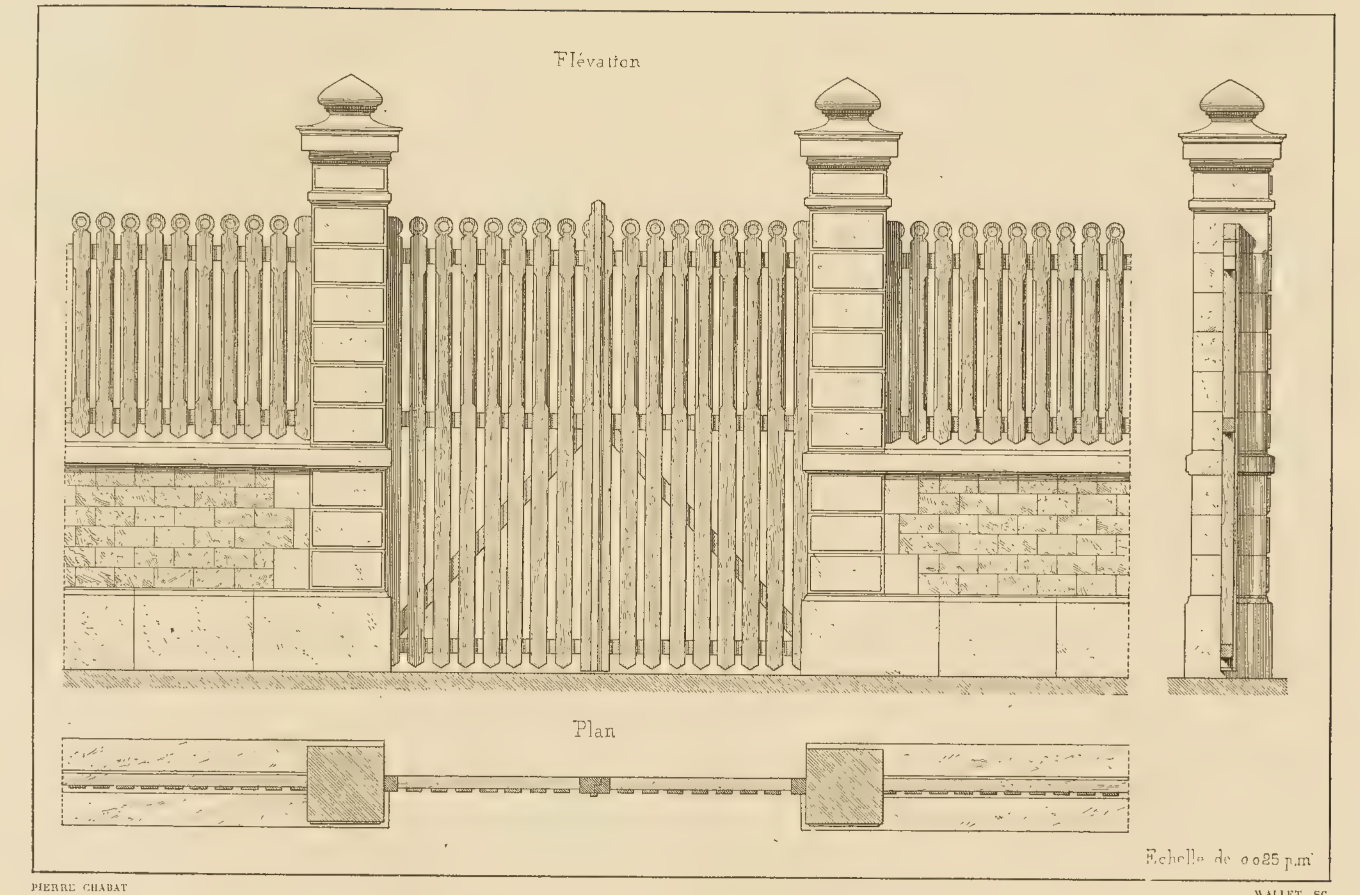
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CROISÉE



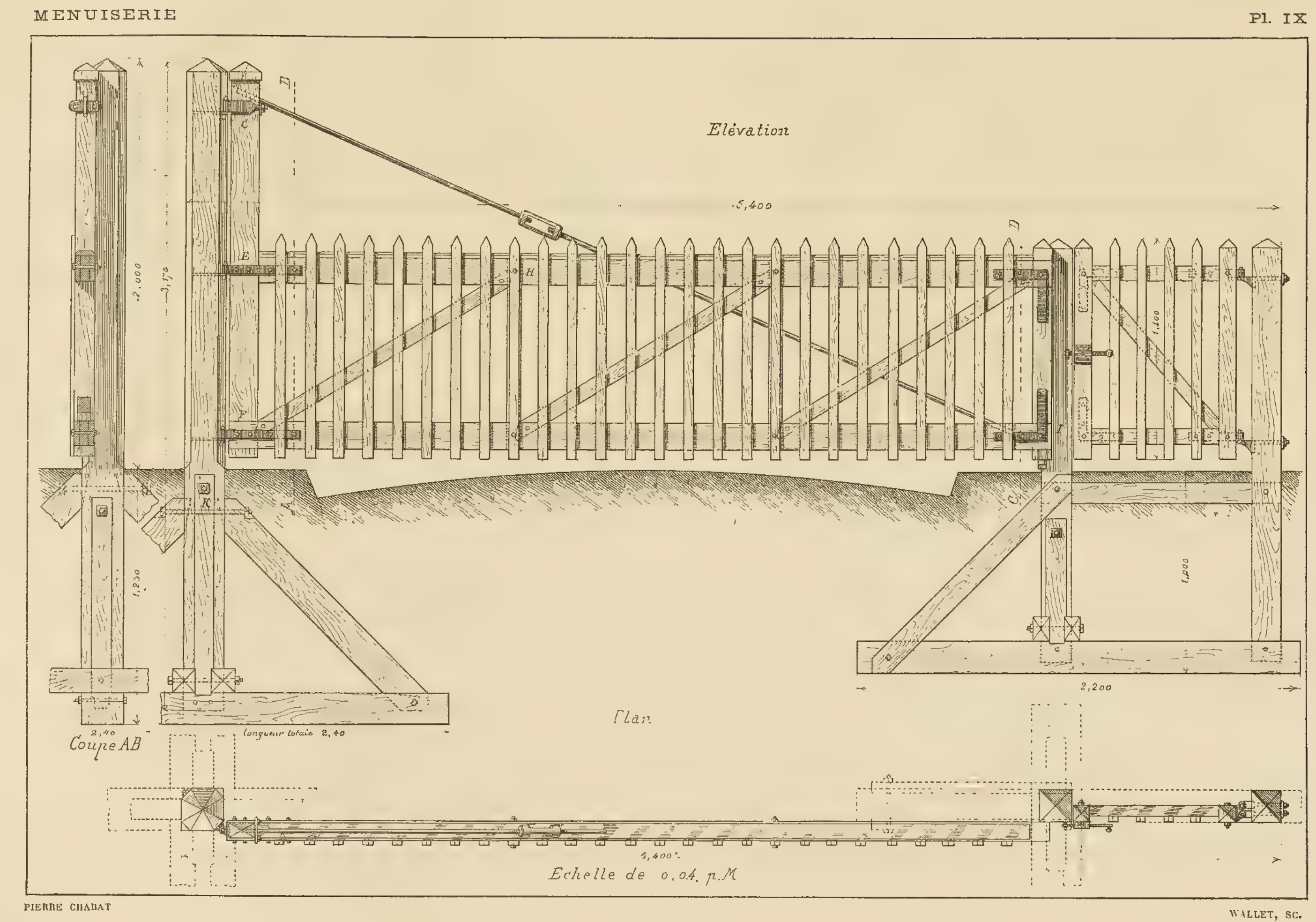
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

PORTE DE CAVE



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

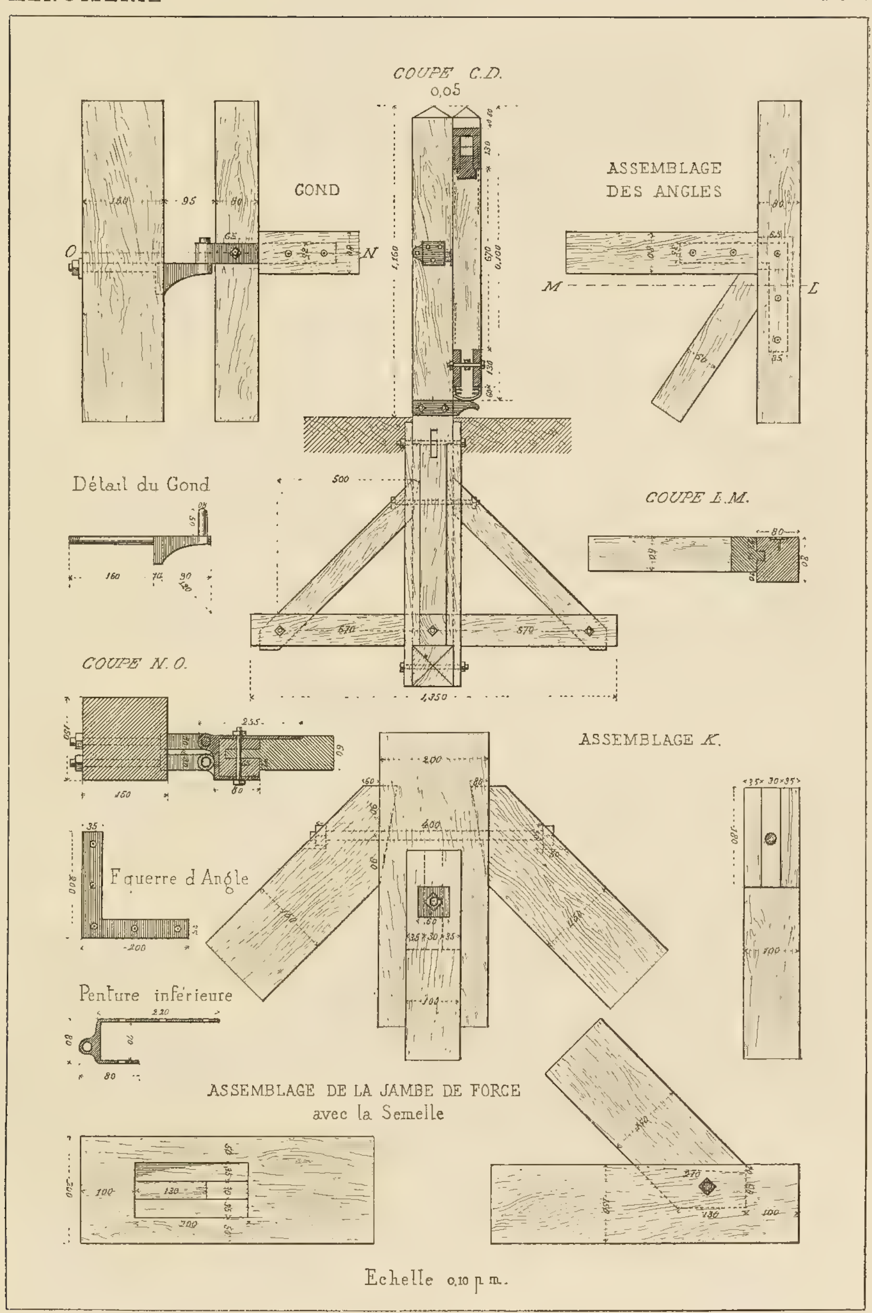
PORTE CHARRETIÈRE



PIERRE CHABAT

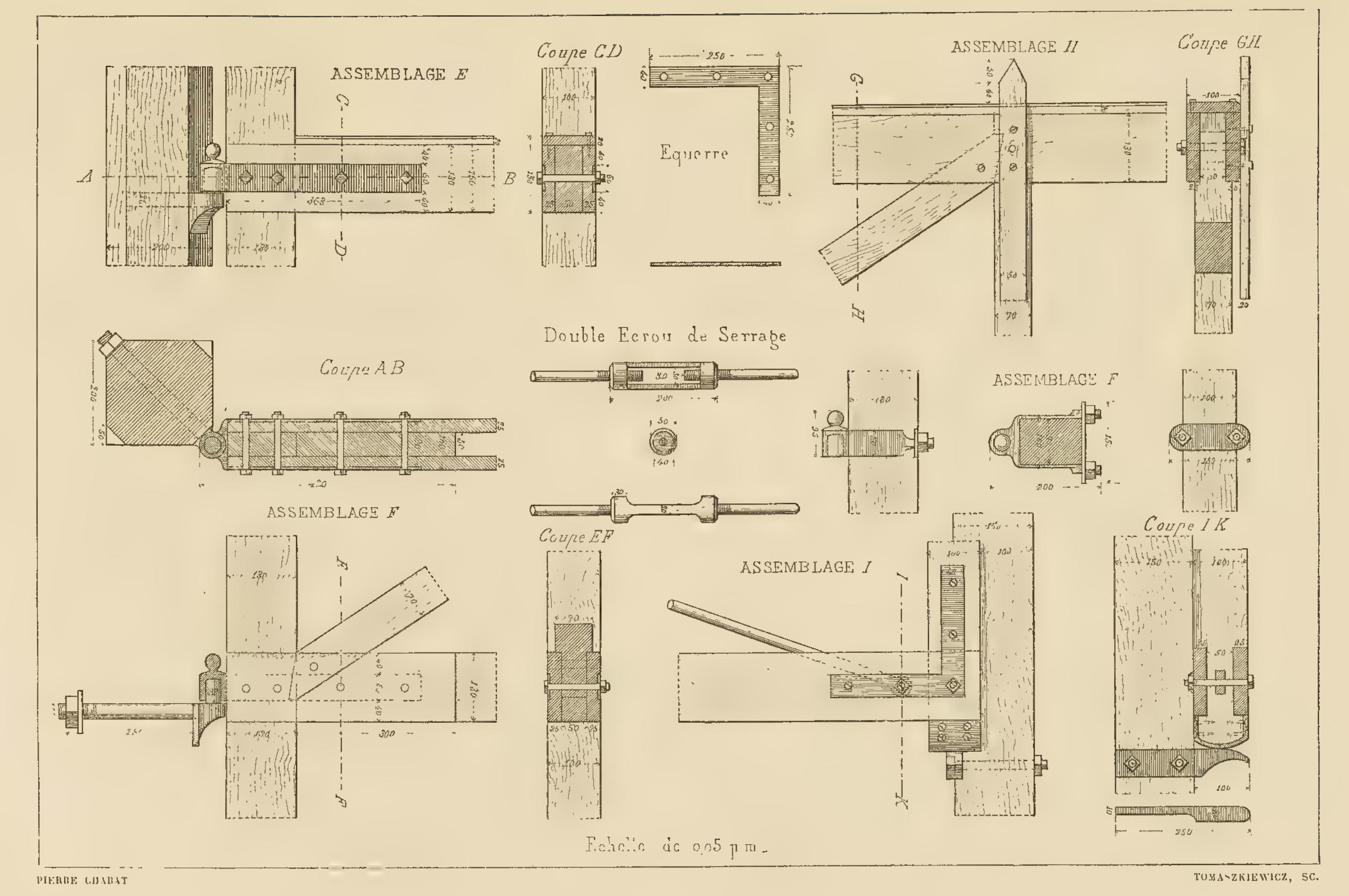
WALLET, SC.

BARRIÈRE



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

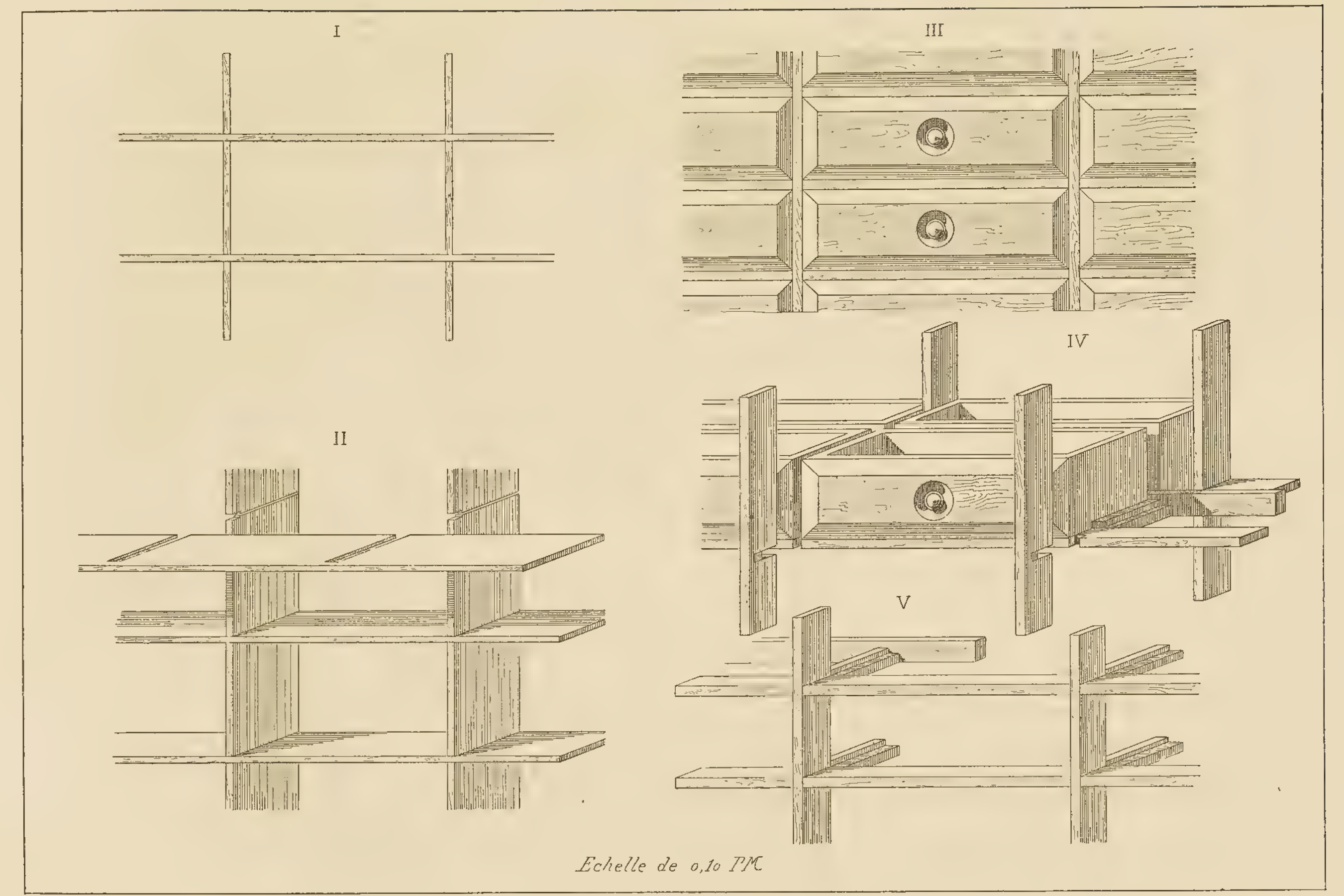
BARRIÈRE



PIERRE CHABAT

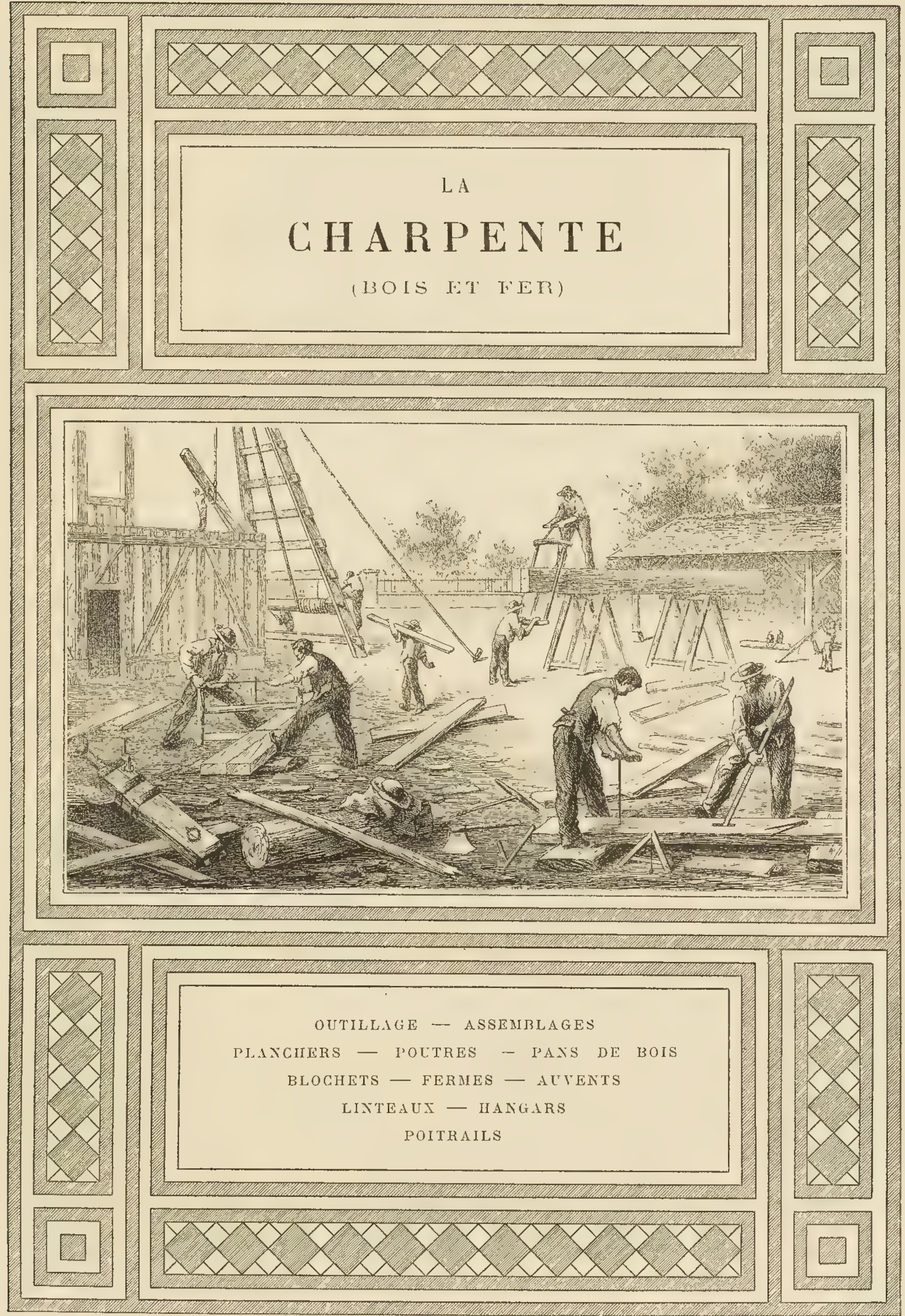
TOMASZKIEWICZ, SC.

BARRIÈRE EN BOIS



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CASIER ET TIROIRS



PIERRE CHABAT — WALLET, SC.

LA

CHARPENTE

(BOIS ET FER)

La *charpente* est l'ensemble des procédés qui constituent l'art de tailler et d'assembler les bois destinés aux ouvrages de grosse construction.

Ces ouvrages mêmes reçoivent le nom de *charpentes* et, par extension, on applique le même mot aux constructions dans lesquelles le fer fondu et le fer forgé se trouvent associés au bois et souvent le remplacent complètement.

On distingue, dans la *charpente*, plusieurs catégories :

La *charpente civile*, qui comprend tous les ouvrages en bois de gros échantillon qui sont employés à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments ;

La *charpente hydraulique*, ayant pour objet la construction de tous les ouvrages qui s'exécutent dans l'eau, tels que *ponts*, *digues*, *barrages*, *estacades*, *batardeaux*, *encaissements*, *caissons*, etc. ;

La *charpente navale*, ou l'art de construire les navires ;

La *charpente mécanique*, s'appliquant à la construction des machines et engins de toutes sortes destinés à mouvoir, élever, descendre ou transporter des fardeaux considérables.

Nous ne nous occuperons ici que de la *charpente civile* qui comprend les *assemblages*, les *combles*, les *pans de bois* et les *planchers*, etc.

Aujourd'hui, la *charpente en fer* tend à se substituer à la *charpente en bois*, aussi bien pour les fermes qui doivent supporter les toitures que pour les piliers servant de points d'appui et les planchers séparant les étages ; on a même fait, dans ces derniers temps, l'essai de cloisons intérieures et extérieures en fer. Toutefois, il est certain que l'applica-

tion du bois à l'art de bâtir conservera toujours une importance qui fera de l'étude de cette matière et de son emploi un des premiers devoirs du constructeur.

La *charpente* renferme trois parties distinctes :

1° La connaissance *théorique* de certains principes de géométrie ;

2° L'application de ces principes à la combinaison des assemblages et à l'*appareil,* art de tracer les épures, de disposer les assemblages et de choisir les bois qui doivent être employés ;

3° La *pratique,* nécessaire pour le tracé des bois, d'après l'épure, des différentes coupes nécessaires pour la taille des joints, l'exécution des assemblages, le levage et la mise en place.

Les principaux outils que les *charpentiers* emploient.

Les ouvriers charpentiers se divisent en *gâcheurs* ou *contre-maîtres, leveurs,* qui tracent le dessin sur bois, *chefs de chantiers* et *compagnons.*

PLANCHE I

OUTILS DU CHARPENTIER

Hachereau ou Hache. — Nom que l'on donne à certains outils que les charpentiers emploient pour travailler le bois.

Les haches sont formées de lames en fer à tranchant aciéré, adaptées à des manches de bois.

Le *hachereau* que nous donnons (fig. 1) sert à ébaucher l'équarrissement du bois; il a son tranchant en arc de cercle et à deux biseaux.

Cognée. — Outil qui sert à trancher le bois par percussion et qui se compose (fig. 2) d'une lame de fer avec tranchant aciéré, et d'un manche à section ovale circulaire un peu aplatie et renforcée auprès de la lame.

Herminette. — On appelle *herminette* ou *essette,* une hache qui a son tranchant dans un plan perpendiculaire au manche et son biseau intérieur.

L'*herminette* (fig. 3) dite à tête, sert, comme la *doloire,* à planer et unir le bois ; elle est absolument nécessaire pour le travail des pièces courbes. On emploie également cet outil pour dresser et ragréer des surfaces composées de plusieurs pièces réunies sur lesquelles, sauf le rabot, aucun autre outil ne pourrait s'appliquer.

L'*herminette à gouge* (fig. 4) a son fer contourné en gouge, la concavité étant du côté du manche ; le tranchant est circulaire. Cet outil porte, comme le précédent, une tête de marteau et sert à creuser les bois en gouttières.

Scie de travers. — La *scie* du charpentier (fig. 5) se compose d'une lame fixée dans deux montants en bois avec les dents en dehors ; la lame entre dans des fentes qu'elle remplit exactement de façon à ne pas vaciller ; elle y est retenue, à chaque extrémité, par un clou rivé qui la traverse ainsi que le montant. Une pièce de bois, parallèle à la lame, fixe l'écartement des montants et s'y assemble à tenons et mortaises. Ces bras sont, en outre, réunis par une corde tournée plusieurs fois d'un montant à l'autre, et les brins en sont tordus ; une petite pièce de bois, nommée *clef* ou *garrot,* est passée dans l'intervalle des brins avant la torsion, qu'elle sert à produire. C'est ainsi que les crossettes se rapprochent et que les extrémités s'éloignent, ce qui effectue la tension de la lame. Lorsque la corde est suffisamment tordue, on introduit l'extrémité inférieure de la clef dans une

mortaise pratiquée sur le dessus de la traverse et dans laquelle la raideur de la corde la maintient dès qu'elle y est entrée.

Cette *scie* peut avoir jusqu'à 1m,30 de longueur; elle est manœuvrée par deux hommes et sert à couper les pièces de bois à leur longueur et à ébaucher les tenons et les entailles d'assemblage.

Plomb. — Les charpentiers emploient dans l'établissement d'un ouvrage un *plomb* qui a la forme représentée par la figure 6. C'est un disque en *plomb*, légèrement conique, mais évidé dans son milieu, de manière à laisser une croix à trois branches; une ficelle passe également par le centre de ce disque; c'est au travers de cet évidement que l'ouvrier peut mieux juger si le point de suspension coïncide exactement avec les lignes des épures tracées sur le sol.

On fait aussi des *plombs* cannelés (fig. 7) pour que le frottement contre l'air ralentisse plus promptement leur mouvement de rotation.

Pince. — La *pince* ordinaire se termine par deux extrémités aplaties, dont l'une est légèrement recourbée.

Celle que nous donnons (fig. 8) est munie, à l'un des bouts, d'une bride mobile maintenue au moyen d'une cheville en fer qui traverse la barre.

Rape. — Grosse lime que les charpentiers emploient pour arrondir et dresser le bois debout.

Notre figure 9 donne une *râpe* dite *demi-ronde*.

Tiers-point. — Lime triangulaire propre à affûter les dents de scies (fig. 10).

Jauge. — Petite règle de 0m,35 de longueur sur 0m,03 de largeur qui porte les divisions métriques.

La *jauge* (fig. 11) sert, dans le tracé des assemblages, pour les opérations de détail. Elle remplace la *règle d'appareil* pour tracer les tenons et les mortaises.

Ciseau. — Notre figure 12 donne un ciseau, sorte de burin très acéré qui sert à refendre les clefs et à faire les cannelures et les mortaises.

Ebauchoir. — Sorte de ciseau à deux tranchants formant angle, à un ou deux biseaux, employé pour ébaucher les mortaises, les embrèvements, les pas de vis. Cet outil est en fer pour les gros ouvrages comme ceux représentés par nos figures 13 et 14.

Besaigue. — Outil formé d'une barre de fer plate de 1m,15 de longueur sur 4 à 5 centimètres de largeur, et munie, en son milieu, d'une douille ou poignée (fig. 15). Les deux extrémités sont garnies d'acier : l'une est un ciseau large et plat qui n'a qu'un seul biseau et sert à dresser le bois, en le coupant suivant un plan parallèle à son fil; l'autre est un

bédâne situé dans un plan perpendiculaire à celui du premier tranchant et sert à couper le bois perpendiculairement, par exemple, pour faire une mortaise.

On dit également *bisaiguë*.

Tarière. — On donne ce nom à des outils qui ne sont autre chose que des vrilles construites sur de plus grandes dimensions, c'est-à-dire composées (fig. 16) d'une mèche et d'un manche, celui-ci de telle longueur qu'on le fait tourner avec les deux mains.

On a de même des *tarières* en forme de cuillère qui servent à percer des trous de boulon et qui ont, à cet effet, des grosseurs voulues (fig. 17).

Maillet. — Outil de percussion employé par les charpentiers.

Le maillet (fig. 18) est composé d'un manche long d'environ $0^m,20$ et d'une masse de bois de charme, de frêne, de chêne, d'orme tortillard ou de buis, ayant $0^m,17$ de longueur sur $0^m,11$ à $0^m,12$ de hauteur et $0^m,08$ d'épaisseur.

Ciseau a bois. — Outil composé d'une lame d'acier fixée dans un manche en bois ; ce manche est cylindrique ou à plusieurs pans, comme le montre la figure 19.

Ciseau bec-d'ane ou Bédane. — Outil qui sert aux charpentiers pour couper le bois perpendiculairement aux faces des pièces, à creuser des mortaises et des embrèvements. Le tranchant de cet outil est dans l'un des plans de la lame et n'a qu'un seul biseau formé d'un ou de deux plans (fig. 20). Le *bédâne* est pourvu d'un manche en bois de frêne, de charme ou de cormier.

Cordeau. — Cordelette ou ficelle servant à tracer des lignes droites sur le terrain, ou à *battre* et marquer des lignes sur les épures en grand et sur les pièces de bois.

Sur le terrain, on fixe le *cordeau* aux deux points par lesquels on veut faire passer une ligne droite, et on suit la direction avec un piquet ; on obtient ainsi une trace rectiligne.

Pour marquer les lignes de sciage, les charpentiers enduisent la ficelle de sanguine ou de craie, la tendent entre les deux extrémités de la ligne à tracer, la pincent par le milieu, la soulèvent dans un plan perpendiculaire à la face sur laquelle on veut faire le trait et la laissent retomber : ils obtiennent ainsi un tracé rectiligne coloré.

Le *cordeau* est en laine pour l'équarrissement qui se fait à la forêt et en coton grossier d'environ $0^m,002$ pour le sciage de long et l'exécution des travaux.

Il est ordinairement enroulé sur une bobine qui tourne sur un axe dans lequel elle est enfilée; un bouton l'empêche de sortir et un manche facilite l'usage de l'appareil (fig. 21).

Vilebrequin. — Outil servant à percer le bois.

Le *vilebrequin ordinaire* est composé, figure 22, d'une poignée et d'une manivelle coudée, qui sert à faire tourner des mèches pour faire des trous. La partie coudée est d'un seul morceau ; elle est traversée, dans le haut, par une cheville à tête qui sert d'axe de rotation. Le bout de cette cheville est retenu par une goupille de façon que la poignée ne

peut se séparer de la manivelle. La partie inférieure est percée d'un trou carré, qui reçoit la queue également carrée du fût portant la mèche.

Mèche. — Outil aciéré (fig. 23) qui s'adapte au trou carré d'un *vilebrequin* et qui sert à percer le bois.

Gouge. — Ciseau dont le taillant est creux d'un côté et bombé de l'autre.

Le charpentier emploie deux sortes de *gouges* : l'une, qui sert à faire des cannelures et des trous arrondis de peu de profondeur, est composée d'une lame à taillant demi-circulaire fixée dans un manche en bois (fig. 24) sur lequel on frappe avec un maillet. L'autre, qui est toute en fer, a son tranchant courbe dans deux sens et son biseau extérieur au lieu d'être intérieur ; on l'emploie pour amorcer les trous que l'on veut percer avec une tarière.

Compas. — Les *compas* de charpentier sont de différentes formes :

Le *compas d'appareilleur* ou à épures, a ordinairement $0^m,60$ de longueur ; cet outil sert à tracer les épures, mesurer les ouvertures d'angle, élever des perpendiculaires ou traits *cassés* sur l'épure, et y porter des parallèles (fig. 25).

Le *compas du charpentier* proprement dit, ayant $0^m,16$ environ de longueur, et qu'on appelle encore *compas de poche* (fig. 26) : il sert pour tracer les coupes sur les assemblages, et aussi à piquer et à contre-jauger les bois mis sur ligne.

Scie a main. — Cet outil est formé d'une lame et d'une poignée ou d'un manche (fig. 27).

Rainette. — Lame d'acier dont l'extrémité, repliée sur toute sa longueur, forme un crochet très court et dont les deux coins, affilés en biseau, sont de véritables petites gouges (fig. 28), que les charpentiers emploient pour faire sur le bois des rainures ou raies qui servent au tracé des assemblages, des chiffres et des marques de repère.

L'autre extrémité de cet outil est un disque en acier divisé sur son pourtour par trois fentes dirigées suivant des rayons et destinées à donner de la voie aux scies ; la lame est également pourvue de trois trous destinés au même usage.

PLANCHE II

ASSEMBLAGES

Le *joint* (fig. 1) est la surface qui termine un morceau de bois à sa jonction avec un autre.

La *paume* (fig. II) est un tenon qui n'a qu'un arasement et qui s'assemble dans une mortaise ouverte. La partie de la paume qui tient lieu de tenon se nomme *épaulement* et sert à recevoir le clou ou la chevillette qui fixe ce système.

Le *tenon* (fig. III) doit toujours être fait dans le sens du fil du bois, et il occupe toute la largeur du morceau auquel il est ajouté et dont il fait partie. Les deux parties de joints séparées par les *tenons* se nomment les *arasements*.

La *mortaise* est une entaille faite dans le morceau de bois, avec lequel celui qui porte le tenon doit être assemblé ; cette entaille est de même largeur que l'épaisseur du *tenon* qu'elle doit contenir et un peu plus profonde que la longueur de ce tenon, afin qu'il ne touche pas au fond de la mortaise et n'empêche pas l'adhérence des joints.

L'*embrèvement* (fig. IV) est un prisme triangulaire A ; il est avec tenon et mortaise, ou bien il forme lui-même tenon B.

Le *renfort* (fig. V) est un prisme triangulaire réservé au-dessus du tenon pour le consolider.

Le *mordâne* (fig. V) est également un renfort, mais il affaiblit le bois qui porte la mortaise.

Le *renfort carré* (fig. VI) est moins employé aujourd'hui ; le *décollement* est la suppression d'une partie de la longueur de la *mortaise* pour la dissimuler entièrement, surtout quand elle est percée à l'extrémité d'une pièce.

PLANCHE III

ASSEMBLAGES

L'*about* (fig. 1) est le sommet A B, l'angle dièdre aigu formé par la surface du joint et celle du bois.

La *gorge* C D est opposée à l'about.

L'*about ordinaire* (fig. II) est celui où le tenon A est coupé d'équerre à la surface de la pièce qui reçoit la *mortaise*.

L'*about tournisse* (fig. III) dans lequel le tenon B est coupé d'équerre à la surface de la pièce qui le porte.

L'*about picard* (fig. IV) dans lequel le tenon est coupé suivant un angle obtus avec la surface de la pièce D.

La *queue d'aronde* (fig. V) est un assemblage par entaille, dans lequel le tenon est plus large au bout qu'au collet.

La *queue d'aronde* (fig. VI) peut avoir un tenon avec renfort.

PLANCHE IV

ASSEMBLAGES

La *trave* (fig. 1) est la jonction carrée ou oblique de deux pièces de bois posées de niveau et qui se croisent sans s'affleurer. La *trave* A est dite plate à nu ou ordinaire. La pièce B représente la *trave à queue*.

Le *joint* en *barbe* (fig. II) est formé par la jonction d'équerre ou oblique de deux pièces de bois dont l'une, A, qui doit porter la *mortaise*, est déversée de telle façon que l'une de ses arêtes est en désaffleurement avec l'arasement du *tenon*. Les deux fausses coupes qui composent cet assemblage forment un angle rentrant.

Le *joint* en *sifflet* (fig. III) ou point de panne A, est la jonction bout à bout de deux pièces au moyen de deux coupes obliques très allongées. Le sifflet est *désabouté* en B.

La *paume* C est encore un assemblage de pièces horizontales mises bout à bout.

Le *trait de Jupiter* (fig. IV) simple, est un assemblage en bout de pièces horizontales ou verticales ; on l'obtient en coupant les bois A et B en biseau de même inclinaison avec un ressaut, de manière à former des redents *a b* — *c d*.

Le *trait de Jupiter* avec clef est celui où l'on chasse avec les redents une clef $\frac{c}{c}$ taillée en coin.

Le *joint* de *bout* (fig. V) simple à tenon et mortaise, sert ordinairement à réunir deux pièces verticales A et B. Le *goujon* C est un petit tenon cubique qu'on réserve aux pièces posées verticalement sur un parpaing ou sur un dé en pierre D.

Les *moises* (fig. VI) sont des pièces jumelles AB servant à relier et à solidifier plusieurs autres pièces d'un assemblage de charpente. Les *moises* sont entaillées.

PLANCHES V et VI

PLANCHERS EN BOIS

Le plancher est un assemblage de pièces de bois qui supporte l'aire horizontale d'un étage dans une construction.

Il y a trois manières générales de composer ces appareils de charpente, qui sont de véritables pans horizontaux.

Notre figure 1 (pl. V) donne le procédé le plus simple ; on place parallèlement, avec des intervalles égaux, des solives que l'on fait porter, par leurs extrémités, d'au moins $0^m,15$ sur les murs ou les pans de bois opposés.

Ce système ne convient que si les murs recevant la portée des solives ne sont pas percés de baies qui leur donnent une résistance inégale ; de plus, le nombre des scellements est considérable et, si l'écartement des murs d'appui est assez grand, il faut donner aux solives un très fort équarrissage. Pour remédier au premier de ces inconvénients, on établit donc, ainsi que le montre la figure II (pl. V), des solives dites d'*enchevêtrure* que l'on fait porter sur les points où la résistance est la plus grande, et dans ces pièces on assemble, au-dessus des baies, des solives secondaires ou *chevêtres* qui reçoivent elles-mêmes les abouts d'un certain nombre de solives de remplissage.

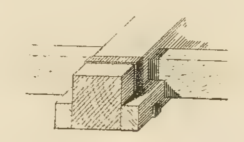
Les coupes AB et CD (pl. V) font voir les dispositions de ces planchers.

La figure III (pl. V) montre différents arrangements en raison de certaines dispositions de porte, croisée et cheminée. L'ouverture ou *trémie* ménagée pour la pose d'une cheminée est remplie par une maçonnerie qui supporte des bandes de fer.

La coupe GH montre la disposition de ces fers ; le détail E représente comment sont attachés les étriers qui soulagent les assemblages des *chevêtres* avec les solives d'*enchevêtrure*.

Dans les planchers, si l'écartement des murs qui doivent porter les abouts des solives est considérable, de plus de 6 mètres par exemple, on réduit la portée de ces pièces (fig. 1, pl. VI) en les faisant reposer, d'une part, sur le mur, et, de l'autre, sur une *poutre* ou forte pièce de charpente, soit en les croisant pour leur donner plus d'assiette.

Afin de diminuer l'épaisseur du *plancher*, on entaille généralement les solives à mi-bois à leur extrémité appuyée sur la poutre ; quelquefois aussi on entaille la poutre de toute la hauteur des solives ; mais un excellent système est celui qui consiste à faire reposer les abouts de ces dernières sur des lambourdes accolées à la poutre, et reliées avec elle au moyen de boulons comme le montre la coupe GH (pl. VI). Pour donner plus de solidité à la jonction de ces pièces, on la renforce par des étriers qui tiennent les lambourdes. Notre croquis en perspective ci-contre donne la forme de l'étrier.



On peut encore éviter l'emploi des lambourdes en se servant de poutres armées, formées de la manière suivante :

On refend obliquement une forte pièce de charpente, puis on boulonne ensemble les deux parties ainsi que cela est figuré sur la coupe EF (pl. VI), en les accolant par la face opposée au trait de scie oblique.

Les solives viennent reposer sur la poutre, d'un côté s'assemblant par entaille et tenon, de l'autre par une simple entaille ; cette différence dans le mode de jonction a pour but de faciliter l'exécution du plancher.

La *poutre armée* que nous donnons (fig. II, pl. VI) représente une combinaison, dans laquelle deux arbalétriers sont placés entre deux *poutres* méplates et posées de champ, qui est excellente.

Le plan représente les solives du plancher reposant sur les moises horizontales ; les deux pièces inclinées s'appuient, par leur sommet et par leur pied, sur des sabots boulonnés avec les pièces, et marqués en pointillé sur l'élévation.

D'après les détails représentés par les coupes AB et CD (pl. VI) on voit que ces pièces, ainsi que les sabots, s'assemblent à rainure et languette.

PLANCHE VII

PAN DE BOIS

Assemblage de pièces de charpente dont on fait des murs extérieurs ou intérieurs pour les habitations.

Les *pans de bois* sont souvent préférables aux murs en maçonnerie parce qu'ils sont moins dispendieux, plus légers, et qu'ils prennent moins de terrain ; mais ils ont l'inconvénient très grave de fournir un aliment aux incendies ; c'est pour cette raison, qu'aujourd'hui, en France, il est interdit de construire en *pan de bois* sur la voie publique.

Un *pan de bois* est essentiellement composé de pièces de bois verticales posées en claire-voie et reliées entre elles par des pièces horizontales et par des pièces inclinées. Les vides que ces bois laissent entre eux sont remplis de maçonnerie de petits moellons, de briques ou de plâtre, hourdés avec soin, pour donner à l'ouvrage la solidité d'un mur formé de poteaux jointifs. Quelquefois on fait les remplissages avec de la terre glaise ou d'autres matières, suivant l'usage du pays où l'on construit.

Quand un *pan de bois* doit reposer sur le sol du rez-de-chaussée, on le préserve de l'action de l'humidité en l'établissant sur un petit mur appelé *parpaing,* en pierres de taille, en moellons ou en briques. Sur ce soubassement repose une pièce horizontale *b, la sablière basse,* dans laquelle sont assemblés à tenons et mortaises les poteaux qui s'assemblent également dans une pièce horizontale *a,* dite *sablière haute.* Le *pan de bois,* ainsi formé, peut être seul ou servir de base à d'autres *pans de bois,* dont chacun forme un étage.

On consolide ces assemblages de charpente au moyen de pièces obliques *d*, appelées *décharges*, *écharpes*, *guettes*, sur lesquelles on assemble de petits poteaux *e* nommés *tournisses*. Ce mode de construction permet l'utilisation de pièces plus courtes pour les bois de remplissage. Souvent on ajoute aux *décharges* d'autres pièces qui forment, avec les premières, des croix de Saint-André et qui s'assemblent avec elles à mi-bois au point de croisement.

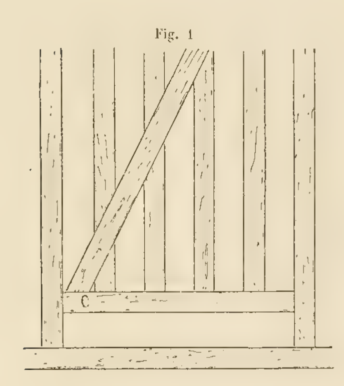
Les *poteaux* prennent différents noms, suivant la place qu'ils occupent :

Les *poteaux corniers* sont placés aux différents angles ou montent de fond dans l'élévation de plusieurs étages, au point où les *pans* de refend ou de distribution rencontrent ceux de la façade ; ces pièces sont les plus fortes du *pan de bois*.

Les *poteaux d'huisserie* sont ceux qui forment les jambages des baies, portes ou fenêtres *c*.

On appelle *potelets* les poteaux très courts, tels que ceux qui s'assemblent dans les *linteaux* ou pièces horizontales, limitant les ouvertures à leur partie supérieure *f*.

Fig. 1



Les matières qui composent le hourdis sont maintenues par des lattes clouées sur les bois et le tout est recouvert d'un enduit.

Toutes les pièces horizontales ou verticales qui entrent dans la composition d'un *pan de bois* doivent être assemblées à tenons et mortaises et chevillées. Les extrémités des pièces obliques ou *décharges* sont réunies aux sablières par des tenons en *about*. Dans les anciennes constructions, les tournisses étaient presque toujours assemblées à *oulices* avec les décharges ; mais aujourd'hui on se contente de les couper obliquement en *sifflet* et de les arrêter avec de fortes broches appelées *dents de loup* ; il est bon, du reste, de les embrever pour empêcher le glissement.

On consolide les assemblages du *pan de bois* au moyen de ferrements divers : étriers boulonnés ou équerres pour les pièces qui se croisent; plates-bandes pour les assemblages bout à bout. On relie également par des bandes de fer les *pans* de refend avec ceux de face.

De plus, quand un *pan de bois* est attenant à des murs en maçonnerie, on scelle dans ces murs les extrémités des sablières, en renforçant même ces scellements avec des tirants et des ancres en fer.

On nomme *chambrée* ou *sablière de chambrée* une pièce de charpente *c* (fig. 1) qui, dans un pan de bois, s'assemble à tenons et mortaises avec les poteaux formant baies et reçoit les pièces de remplissage, décharges, tournisses, etc.

PLANCHES VIII, IX et X

FERMES EN BOIS

La *ferme* est un assemblage de pièces de bois, destiné à supporter les pannes et le faîtage d'un comble, entre deux murs pignons qui sont trop écartés l'un de l'autre pour soutenir ces pièces dans leur portée.

La *ferme* la plus simple (fig. 1) est composée de trois pièces, l'une horizontale, le *tirant* ou *entrait a*, les deux autres inclinées, suivant la pente du toit et qu'on nomme *arbalétriers b*. Ces pièces forment un triangle isocèle.

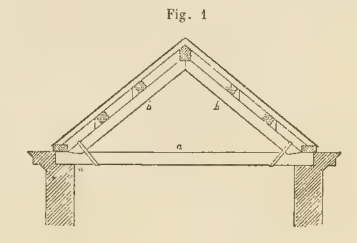


Fig. 1

Les arbalétriers sont assemblés, par leur pied, dans les extrémités du tirant, au moyen d'entailles en crémaillère, et retenus par des liens en fer qui sont placés perpendiculairement à la pente des pièces inclinées. Au sommet, les arbalétriers se réunissent, soit par un joint à plomb, soit à l'aide d'une clef entaillée dans les deux pièces et chevillée, ou bien encore par des entailles à mi-bois, arrêtées par une cheville.

La planche VIII donne la ferme appelée *ferme à contre-fiche* et qui comprend : deux *arbalétriers* ; un *tirant* ; un *poinçon* sur lequel s'emmanchent un *faîtage* et les extrémités supérieures des arbalétriers ; deux contre-fiches qui sont assemblées dans le poinçon et dans les arbalétriers, pour les roidir au point où posent les pannes, celles-ci étant maintenues par des *cales* ou *échantignolles*. Le poinçon, assemblé dans le tirant, l'empêche de fléchir en son milieu. De plus, ces deux pièces sont reliées entre elles par un lien en fer ou *étrier*, qui embrasse l'entrait et est boulonné sur le poinçon. Les chevrons se posent sur les pannes et le faîtage, et reçoivent les lattes qui servent à accrocher les tuiles ou le voligeage sur lequel on cloue les ardoises ou la couverture en zinc.

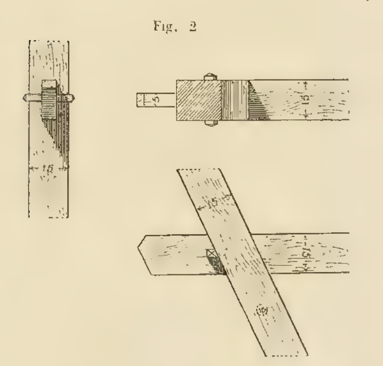
La planche IX représente une *ferme à entrait retroussé* avec *tirant en fer*. Cette disposition est employée si l'on veut ménager plus de place dans le comble d'un bâtiment ; par exemple, pour y établir des logements. On descend le tirant au-dessous de la corniche et on le relie à l'arbalétrier au moyen d'une *jambe de force* ou pièce inclinée, maintenue elle-même par un *blochet* qui reçoit le pied de l'arbalétrier.

L'ensemble représenté sur notre planche donne le cas où le *sous-entrait* et la *jambe de force* sont assemblés dans l'arbalétrier. Parfois, le *sous-entrait* et la *jambe de force* sont moisés avec l'arbalétrier. Le détail C montre le cas où il y aurait un chéneau, et le détail D représente la disposition des combles n'ayant ni chéneau, ni gouttière ; c'est alors que l'on emploie des coyaux afin de rejeter l'eau en dehors du bâtiment.

Les détails E et F donnent deux systèmes d'assemblages du *blochet* avec la *jambe de force* (voir la planche XII).

La figure 2 ci-dessous donne la disposition du *blochet* et de la *jambe de force* de la *ferme* représentée sur notre planche IX.

La planche X donne également une *ferme à entrait retroussé* avec *tirant en fer*. C'est le cas où le tirant ne doit pas supporter de plancher ; on peut le remplacer par deux blochets qui relient un tirant en fer soutenu en son milieu, par une aiguille rattachant cette pièce au poinçon. Ce genre de *ferme* peut être utilisé pour des combles de hangars, halles, marchés, etc.


Fig. 2

Le détail A montre les assemblages du faîtage et des arbalétriers avec le poinçon.

Le détail B, ainsi que la coupe EF, indiquent les assemblages des contre-fiches avec le poinçon, la coupe du sous-entrait, ainsi que l'armature de l'aiguille soulageant le tirant en fer.

Le détail C donne, en perspective cavalière, la disposition du sous-entrait avec l'arbalétrier, ainsi que l'assemblage de la jambe de force avec l'arbalétrier.

Le détail D indique la disposition du blochet avec la jambe de force.

Les détails E montrent en plan et en perspective cavalière comment sont reliés le tirant et l'aiguille, faisant suite au poinçon, et dont le mode d'attache est représenté par la coupe EF.

Dans le tableau ci-dessous, l'équarrissage des pièces est indiqué par deux nombres, exprimés en centimètres, le premier représentant la hauteur, le second l'épaisseur horizontale.

NOMS DES DIFFÉRENTES PIÈCES	FERME SIMPLE			FERME à entrait retroussé et arbalétrier descendant jusqu'au tirant			FERME à entrait retroussé et jambes de force		
LONGUEUR DANS ŒUVRE	6m	9m	12m	6m	9m	12m	6m	9m	12m
Tirant sans plancher	27 — 24	33 — 30	40 — 36	»	»	»	»	»	»
Tirant avec plancher	32 — 27	40 — 32	47 — 37	42 — 30	52 — 30	63 — 45	42 — 30	52 — 3	63 — 45
Entrait retroussé	»	»	»	21 — 19	27 — 24	33 — 30	21 — 19	27 — 24	33 — 30
Jambes de force	»	»	»	»	»	»	24 — 19	29 — 24	35 — 30
Arbalétriers	22 — 19	26 — 24	32 — 30	22 — 19	26 — 24	32 — 30	18 — 15	22 — 18	27 — 22
Poinçon	19 — 19	24 — 24	30 — 30	19 — 19	24 — 24	30 — 30	15 — 15	18 — 18	22 — 22
Contrefiches et jambettes . .	16 — 16	19 — 19	21 — 21	15 — 15	18 — 18	22 — 22	14 — 14	16 — 16	18 — 18
Aisseliers	»	»	»	19 — 15	24 — 18	30 — 22	19 — 15	24 — 18	30 — 22
Faîte	19 — 16	20 — 17	22 — 19	19 — 16	20 — 17	22 — 19	19 — 16	20 — 17	22 — 19
Liens de faîte.	15 — 15	16 — 16	17 — 17	15 — 15	16 — 16	17 17	15 — 15	16 — 16	17 — 17
Pannes, tasseaux et chantignolles.	19 — 19	20 — 20	22 — 22	19 — 19	20 — 20	22 — 22	19 — 19	20 — 20	22 — 22
Liernes	»	»	»	»	»	»	19 — 19	20 — 20	22 — 22
Sablières.	12 — 23	14 — 25	16 — 28	12 — 23	14 — 25	16 — 28	12 — 23	14 — 25	16 — 28
Blochets	»	»	»	»	»	»	18 — 14	20 — 15	22 — 16
Chevrons.	9 — 9	10 — 10	11 11	9 — 9	10 — 10	11 — 11	9 — 9	10 — 10	11 — 11
Coyaux	8 — 7	9 — 8	10 — 9	8 — 7	9 — 8	10 — 9	8 — 7	9 — 8	10 — 9
Chanlate.	16 — 3	18 — 4	20 — 5	18 — 3	19 — 4	20 — 5	16 — 3	18 — 4	20 — 5

PLANCHE XI

COMBLE A LA MANSARD

Ce nom de *comble à la Mansard* vient de l'architecte François Mansard, qui l'a, non pas inventé, comme on l'a cru longtemps, mais remis en usage. La partie la plus abrupte se nomme le *vrai comble;* c'est là que sont établis les logements dits *mansardes*; la partie surbaissée est le *faux comble*; ces deux portions sont séparées par une arête dite *arête de brisure,* formée par la *panne de brisis.* Un plancher divise l'intérieur en deux parties et constitue le plafond des mansardes.

Divers tracés sont employés pour cette sorte de *combles :* l'un très simple, que nous indiquons (fig. 1). On décrit sur une ligne A B, prise comme largeur du *comble* à sa base, un demi-cercle avec un rayon égal à la moitié de A B ; ensuite on divise la demi-circonférence en quatre parties égales. Les cordes A C, B D représentent les pentes du *vrai comble* et les cordes C F, D E, celles du *faux comble.* Un autre tracé, qui donne plus de hauteur pour les logements intérieurs, est le suivant (fig. 2) : sur la ligne A B prise comme diamètre on décrit un demi-cercle, on divise O A en trois parties égales ; on porte deux

Fig. 1

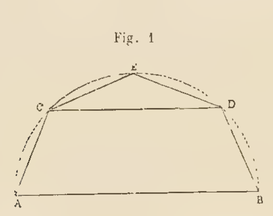
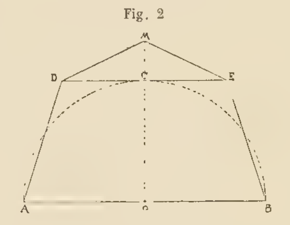


Fig. 2



de ces parties de C en D et de C en E sur D E, menée parallèle à A B, on joint A D et B E ; le trapèze formé est la section du *vrai comble*; on prend, pour hauteur du *faux comble,* le tiers du rayon, que l'on porte de C en M sur la verticale passant par le centre.

Les *combles* brisés, comme les *combles* simples, se terminent par des pignons ou par des croupes.

Ils sont également supportés par des *fermes* placées de distance en distance.

Nous citerons les *combles pyramidaux,* en *pavillon carré, cylindriques, coniques, sphériques, en dôme, en impériale,* etc. (1).

Fig. 3

Notre planche XI représente les détails d'une ferme d'un comble à la Mansard.

Les combles à la Mansard sont souvent, aujourd'hui, exécutés en métal. Celui que nous

1. Pierre Chabat, *Dictionnaire des termes employés dans la construction.*

donnons (fig. 3) est composé de fers à double T s'assemblant par leurs extrémités au moyen de plaques boulonnées. L'entrait du faux comble et le poinçon sont des fers méplats ; le tirant est une poutre en fer à double T, de section suffisante pour porter du plancher.

PLANCHE XII

BLOCHETS

Dans les combles avec faux entrait, on appelle ainsi une pièce de bois qui relie le pied de l'arbalétrier avec la jambe de force.

Le blochet A (fig. 1) était employé dans les charpentes du moyen âge pour recevoir l'assemblage des chevrons portant les fermes intermédiaires aux fermes maîtresses. Le détail A montre l'assemblage à double tenon et mortaise du chevron dans le *blochet*.

Le blochet B (fig. 2) est formé de deux pièces accouplées faisant moises. Le détail B représente le pied de l'arbalétrier dans le *blochet*.

La figure 3 représente une ferme dans laquelle le *blochet* est remplacé par un lien en fer.

Le détail F montre ce lien en perspective.

La figure 4 est un comble à grande portée. Le *blochet* qui reçoit par assemblage le pied de l'arbalétrier et qui, d'une part, se relie aux moises formant contre-fiche, et de l'autre est soutenu par un *potelet* qui repose sur un corbeau.

PLANCHE XIII

AUVENT

L'*auvent* est un petit toit en appentis, destiné à abriter de la pluie ou du vent une porte, une fenêtre.

On construit aussi des auvents en fer, mais, dans ce cas, on leur donne spécialement le nom de *marquises*.

Au moyen âge, des *auvents* ou appentis étaient placés au-dessus des entrées et des boutiques. C'étaient des potences accrochées à des corbeaux saillants. Un grand nombre d'édifices publics avaient aussi de ces sortes d'abris au-dessus de leurs entrées. On couvrait les *auvents* avec de l'ardoise, des bardeaux ou du plomb.

PLANCHE XIV

LINTEAU EN BOIS

Les *linteaux en bois* se posent comme poitrails sur de larges baies. Dans ce cas, la pièce doit être assez forte pour assurer la solidité de la construction.

On place quelquefois deux pièces de charpente pour former le *linteau,* comme le montre celui figuré sur notre planche.

PLANCHE XV

HANGAR

Construction légère destinée à abriter des objets de natures diverses.

Le hangar en appentis est celui qui n'a qu'un seul plan incliné ou un seul égout. La partie supérieure du comble s'appuie sur un mur isolé ou appartenant à un bâtiment, et la partie inférieure est soutenue par des *poteaux* reposant sur des *dés.*

PLANCHE XVI

POITRAILS ET POUTRES

Le *poitrail* peut être en bois ou en fer, formé d'une ou plusieurs pièces pour servir de linteau à des baies de grandes dimensions : des ouvertures de boutiques, par exemple.

Lorsqu'un *poitrail* est en bois, c'est une seule poutre de fort équarrissage ou bien ce sont deux pièces réunies entre elles par des boulons ; dans tous les cas, les *poitrails* doivent avoir la même épaisseur que les murs qu'ils supportent, et reposer, par chaque bout, sur des points d'appui en pierre dure, avec une portée de $0^{m},32$ au moins.

On remplace aujourd'hui le bois par le fer; alors ces *poitrails* sont des poutres composées de fer à double T, reliés entre eux par des brides et maintenus dans leur écartement par des croisillons. Ils ont souvent à supporter les solives du plancher et, en outre, des charges considérables, comme celles de trumeaux en pierre de taille montant à plusieurs étages.

Pour obtenir plus de résistance encore, on associe souvent deux ou trois poutres à double T que l'on rend solidaires par des pièces de bois, le tout boulonné.

Quand les charges ou les portées sont très considérables, on emploie des pièces de grandes dimensions qui sont composées de feuilles de tôle assujetties entre elles par des cornières et des rivets.

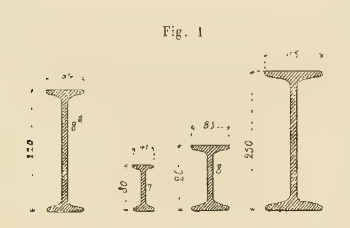
PLANCHES XVII, XVIII et XIX

PLANCHERS EN FER

Le plancher en fer se compose essentiellement, comme le plancher en bois, de solives portées par des murs ou par des poutres. Entre les solives se placent l'*entretoisement* et le *hourdis* ; au-dessus du hourdis, on fait une aire pour un *carrelage*, ou l'on scelle des lambourdes pour supporter un plancher ; au-dessous du hourdis, on établit l'enduit qui doit former le plafond.

Depuis l'origine de l'emploi du fer dans les *planchers*, on a utilisé successivement, en guise de solives, des poutres en fonte, des fermettes en fers carrés ou méplats, des fers zorès, et l'on est enfin arrivé aux fers laminés à double T, forme admise aujourd'hui comme étant la seule rationnelle.

Fig. 1



On divise ces fers en deux classes :

La première comprenant les *fers ordinaires à planchers*, à semelles ou ailes étroites, et portant de $0^m,08$ à $0^m,22$ de hauteur (fig. 1) ;

La seconde, les *fers à larges semelles* ou *larges ailes*, de différentes hauteurs, mais à semelles plus larges ; ces derniers fers sont spécialement employés pour former les solives portant cloisons.

Nous donnerons ici plusieurs exemples des dispositions généralement adoptées.

La planche XVII représente un plancher avec chevêtres ou entretoises et carillons de 6 mètres de portée et chargé de 400 kilogrammes par mètre superficiel. Cette combinaison est la plus généralemnent adoptée ; elle consiste dans l'emploi de solives en fer à double T, placées parallèlement, la section du fer et l'écartement des barres variant selon la charge et la plus ou moins grande dimension du plancher.

Entre ces solives, des chevêtres ou entretoises en fer carré, espacées d'environ $0^m,75$, sont coudées aux extrémités en forme de Z, comme on le voit dans le détail perspectif, pour embrasser la hauteur du double T et s'appuyer sur le rebord inférieur. Ils reçoivent des carillons placés parallèlement aux solives, à des distances variant de $0^m,20$ à $0^m,30$.

L'ensemble de ces chevêtres et carillons forme une série de petits rectangles dont le but est de lier le hourdage, qui forme lui-même de grands rectangles ayant pour longueur celle des solives, et pour largeur l'écartement qui existe entre elles.

La coupe AB et CD, ainsi que le détail d'une travée en perspective cavalière, feront mieux comprendre les dispositions de ce plancher.

La planche XVIII donne un système de plancher de $5^m,90$ de portée, et chargé de 400 kilogrammes, qui remplace les imperfections du premier. Les modifications apportées consistent dans la suppression des chevêtres ou entretoises, que l'on remplacerait par des entretoises en fers cornières, et dans la substitution aux carillons, de barres longitudi-

nales ou de petites cornières offrant cet avantage de consolider le hourdage en même temps qu'elles aideraient sa liaison.

Les entretoises espacées de $1^{m},475$, auraient pour résultat d'établir la solidarité des solives et d'empêcher le déversement de la nervure supérieure, par un assemblage à gousset, en tôle, boulonné. La nervure horizontale de ces entretoises, et la petite cornière longitudinale s'appuyant directement dessus, dans l'axe de l'intervalle de deux solives consécutives, seraient placées à une hauteur calculée pour qu'elles correspondissent, autant que possible, au milieu de l'épaisseur du hourdage dont elles formeraient la liaison efficace.

De cette disposition, il ressort également que le hourdage est divisé en petits rectangles de longueur égale à l'écartement des entretoises ; que par suite, il offre, à épaisseur égale, une résistance, aux vibrations, plus considérable que dans les dispositions actuelles, qui laissent chaque rectangle abandonné sur la longueur totale des solives.

La planche XIX représente un plancher avec poutres en tôle. Nous donnons les détails d'une travée de ces constructions exécutées à Paris (par MM. Soly père et fils, ingénieurs civils et constructeurs).

Chaque travée de 8 mètres de longueur sur 7 mètres de largeur, se compose d'une poutre principale en tôle et cornières de 8 mètres d'ouverture, servant de points d'appui à des solives en fer à double T de $0^{m},14$ à 14 kilog. le mètre, espacées régulièrement de $0^{m},666$. L'ensemble de la construction hourdée en plâtre, doit supporter 400 kilog. par mètre superficiel.

PLANCHES XX et XXI

FERME D'UN HANGAR

La portée de chaque ferme du hangar représenté sur notre planche XX est de 12 mètres et elles sont espacées les unes des autres de 5 mètres. Nous donnons les détails de ce hangar sur notre planche XXI.

Cette *ferme*, si légère et conçue sans tirant, se compose de deux arbalétriers, l'un rectiligne épousant la forme du comble, l'autre courbe dans les angles. Ces deux arbalétriers sont formés de fers cornières, reliés par des liens verticaux répartissant les charges, et par des liens horizontaux agissant comme tirants ; les premiers sont formés de fers cornières, les seconds seulement de fers plats, eu égard à leur fonction.

Pour assurer à la disposition courbe du sous-arbalétrier toute la résistance qui lui est nécessaire, puisque c'est sur ce point que s'effectue l'effort des pressions produites par le poids vertical, le constructeur a ajouté, suivant un certain parcours qu'on voit indiqué sur la coupe transversale de la ferme, et entre les cornières, une tôle rivée avec celles-ci. Quant aux pièces obliques des pieds-droits, celles qui forment butée sont en cornières ; les autres, assurant seulement la solidarité, sont en fer plat.

Comme le montre le tracé, les pieds-droits diminuent de largeur de haut en bas et ne présentent à la partie inférieure que l'écartement nécessaire pour que la courbe des pressions reste en dedans de la verticale.

La stabilité de chacune de ces fermes est assurée à l'aide de bons patins dont le détail est donné en perspective (pl. XXI) et par des boulons scellés dans la maçonnerie des fondations et rattachés à une cornière placée vers l'intérieur (fig. C, pl. XXI). (Les figures A et B, pl. XXI, présentent la façon simple et ingénieuse dont sont fixées les pannes en bois et le faîtage.

L'étude de ce hangar est due à M. de Dion, ingénieur en chef, auquel on doit d'ailleurs la combinaison si remarquable de toutes les parties métalliques du Champ-de-Mars (Exposition de 1878) et notamment la galerie principale des machines établie sans entraits sur une portée de 35m60.

PLANCHE XXII

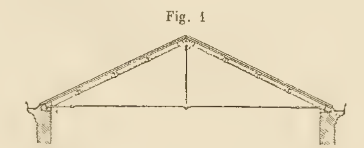
FERME

Les qualités de résistance du fer forgé permettent de remplacer, par cette matière, les pièces des charpentes en bois et de couvrir de larges espaces, tout en allégeant le poids des *combles*.

Le métal a d'abord été employé pour les pièces résistant à la traction, telles que les tirants, les poinçons, etc., puis ensuite les arbalétriers eux-mêmes et toutes les différentes pièces d'une charpente ont été exécutés en fer.

Les *fermes métalliques* se composent d'arbalétriers droits ou courbes, qui viennent buter

Fig. 1



l'un contre l'autre à leur partie supérieure ; de tirants placés à leurs retombées, qui transforment la poussée qu'ils exercent sur les murs en une pression verticale ; d'aiguilles pendantes ou poinçons qui soutiennent les tirants d'une grande portée. La figure 1 représente une *ferme* ainsi disposée.

Les arbalétriers se font, pour les petites constructions, en fers méplats dont l'épaisseur est environ le 1/5 de la largeur.

Pour les constructions de moyenne importance, on emploie les fers à double T du commerce.

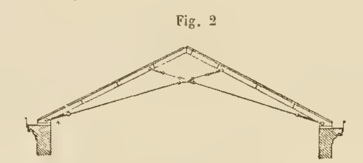
Les arbalétriers s'assemblent au sommet, tantôt avec des feuilles de tôle rivées ou boulonnées, tantôt avec des plaques de fonte boulonnées. Les retombées de ces pièces sont assemblées avec un sabot en fonte ou en cornières, pour faciliter leur repos sur les murs ou les piliers.

Les tirants sont des tringles à section circulaire qui doivent résister à un effort de traction d'autant plus considérable que la montée de la *ferme* est moindre par rapport à sa

portée. Quelquefois, ces pièces doivent soutenir un plancher; on leur donne alors une section rectangulaire, calculée en raison des charges qui tendent à les faire fléchir, ou bien on les construit en tôle et même en fer à double T, que l'on renforce par un fer plat rivé contre l'âme, si la section n'est pas suffisante pour résister à la fois aux efforts de traction et de compression.

Les tirants sont horizontaux ou inclinés. La figure 2 représente une *ferme* en usage

Fig. 2



lorsque les circonstances locales et l'appropriation des bâtiments forcent à relever les tirants vers le sommet des arbalétriers.

Les tirants se réunissent aux arbalétriers au moyen d'étriers en fer ou *fourchettes* présentant une section correspondante à la tension qui agit sur chacun d'eux; les extrémités des tirants viennent se fixer dans le fer à cheval qu'ils forment, ce qui permet d'obtenir une tension suffisante au moyen d'écrous de serrage.

Les tirants sont supportés généralement au milieu et souvent même, en différents points de leur longueur, par des poinçoins ou aiguilles pendantes, qui diminuent leur portée et permettent d'obtenir des sections moindres quant à la résistance, à la flexion.

La *ferme* que nous représentons sur notre planche XXII supporte la couverture des préaux du groupe scolaire de Neuilly, avenue du Roule, construit par M. Simonet.

PLANCHE XXIII

PAN DE FER

Le *pan de fer* est appelé à succéder au *pan de bois*, car il peut en offrir tous les avantages sans en avoir les inconvénients. Il peut, en outre, réaliser une solidité plus grande et une notable économie, surtout lorsque, par suite de certains perfectionnements, l'industrie pourra produire, à plus bas prix, des fers applicables à ce genre d'ouvrages. Toutefois, nous devons signaler les griefs que l'on articule contre l'emploi du métal dans ces conditions. On lui reproche : la sonorité, la conductibilité, la dilatation, l'insalubrité, résultant de la trop faible épaisseur, l'instabilité, due à la forme plate des fers, la difficulté des assemblages, les dépenses occasionnées par le scellement des portes et croisées aux poteaux en fer.

M. Liger propose un moyen de composer les *pans de fer* avec les fers tels que les fournit le commerce.

L'élévation représentée sur notre planche XXIII donne ce système de *pan de fer*, conçu de manière à recevoir l'emploi des fers à double T, à simple T et cornières, et dont la composition reproduit celle des *pans de bois*. Cette élévation est accompagnée de plusieurs sections horizontales et verticales : 1° le plan du *pan de fer* suivant la ligne AB; 2° la coupe suivant l'axe de la croisée; 3° le détail C indiquant les assemblages à cornières aux décharges, poteaux et tournisses; au besoin, ces dernières pièces pourraient être supprimées, car les décharges sont fortifiées suffisamment par la double équerre qui les relie aux poteaux; 4° le détail D montrant les assemblages des bâtis de croisées et des décharges qui soulagent les appuis; la solidité de ce système peut être augmentée par des écharpes.

Le remplissage peut se faire en briques ou en plâtras sans lattes. Un enduit couvre le tout. On voit que la construction de ce *pan de fer* est tout à fait analogue à celle des *pans de bois*; on y retrouve : sablières, poteaux d'huisserie, décharges, tournisses, etc. La différence essentielle consiste dans le mode d'assemblage des pièces.

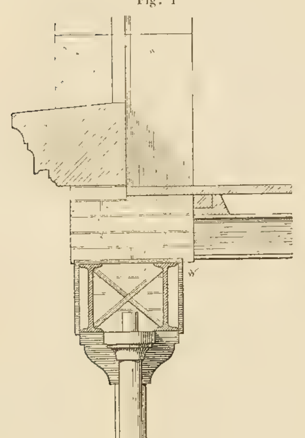
Ainsi donc, il est démontré que, sans même chercher à donner au fer des formes nouvelles, on peut constituer les façades et les murs de refend des édifices, aussi bien avec le fer qu'avec le bois, tout en conservant la même disposition générale.

PLANCHE XXIV

POITRAIL

Poutre en fer formée d'une ou plusieurs pièces pour servir de linteau à des baies de grandes dimensions, des ouvertures de boutique, par exemple.

Fig. 1



Les larges baies, celles qui s'ouvrent au rez-de-chaussée des maisons modernes, ont pu augmenter de largeur en divisant la portée des *poitrails* au moyen de supports ou colonnes en fonte. Ces *poitrails* sont des poutres composées de fers à double T, reliés entre eux par des brides et maintenus dans leur écartement par des croisillons. Ils ont souvent à supporter les solives du plancher et, en outre, des charges considérables, comme celles de trumeaux en pierre de taille montant à plusieurs étages.

Lorsque la portée du *poitrail* dépasse trois mètres, les colonnes que l'on emploie pour le soulager ne doivent pas être espacées entre elles de plus de deux mètres.

A Paris, ces poutres se composent ordinairement de deux fers à double T (fig. 1), et quelquefois même de trois, maintenus en place et rendus solidaires par des croisillons et des frettes en fer plat, disposés à peu près de mètre en mètre. Les frettes se posent à chaud, pour qu'après leur refroidissement elles

produisent le serrage énergique des fers les uns contre les autres. Le *poitrail* ainsi construit est hourdé ou rempli d'une maçonnerie de briques, qui repose sur la semelle inférieure des fers à T et se prolonge, au-dessus, en plusieurs assises. C'est cette maçonnerie qui sert d'assiette à la corniche du rez-de-chaussée et qui reçoit les scellements des devantures de boutiques.

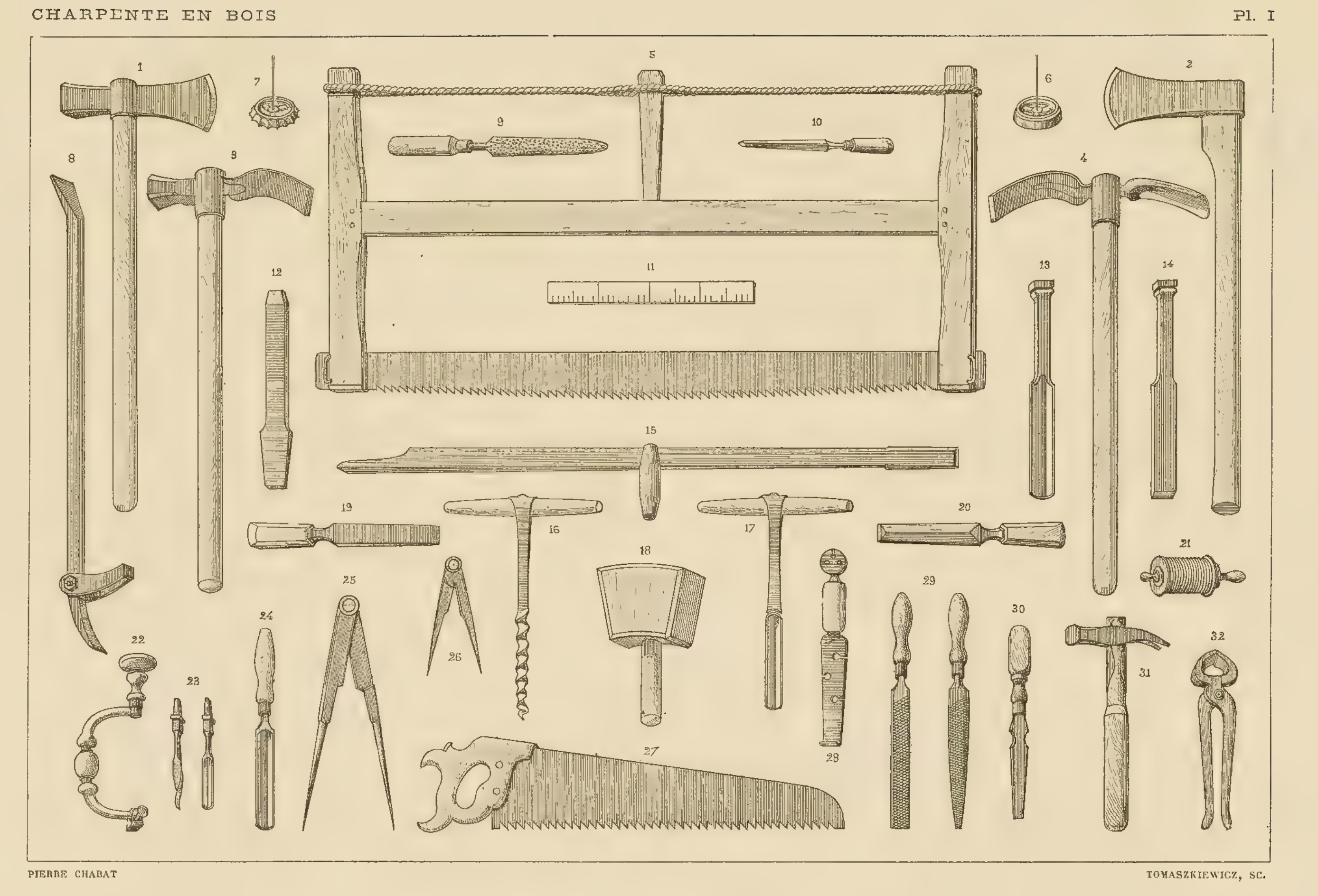
Lorsque plusieurs *poitrails* doivent être placés les uns à la suite des autres, comme dans certaines façades de maisons, on les réunit entre eux par des bandes de fers plats, boulonnés aux fers à T et, de plus, il est bon de les ancrer dans la maçonnerie même des piles. Notre planche XXIV représente, en perspective cavalière, le mode d'ancrage d'un semblable support dans la maçonnerie des pieds-droits et la colonne en fonte qui sert à en diviser la portée.

Les solives du plancher reposent directement, et sans aucun assemblage, sur les fers du *poitrail* et sont noyées dans la maçonnerie de briques, comme nous l'avons indiqué plus haut.

PLANCHE XXV

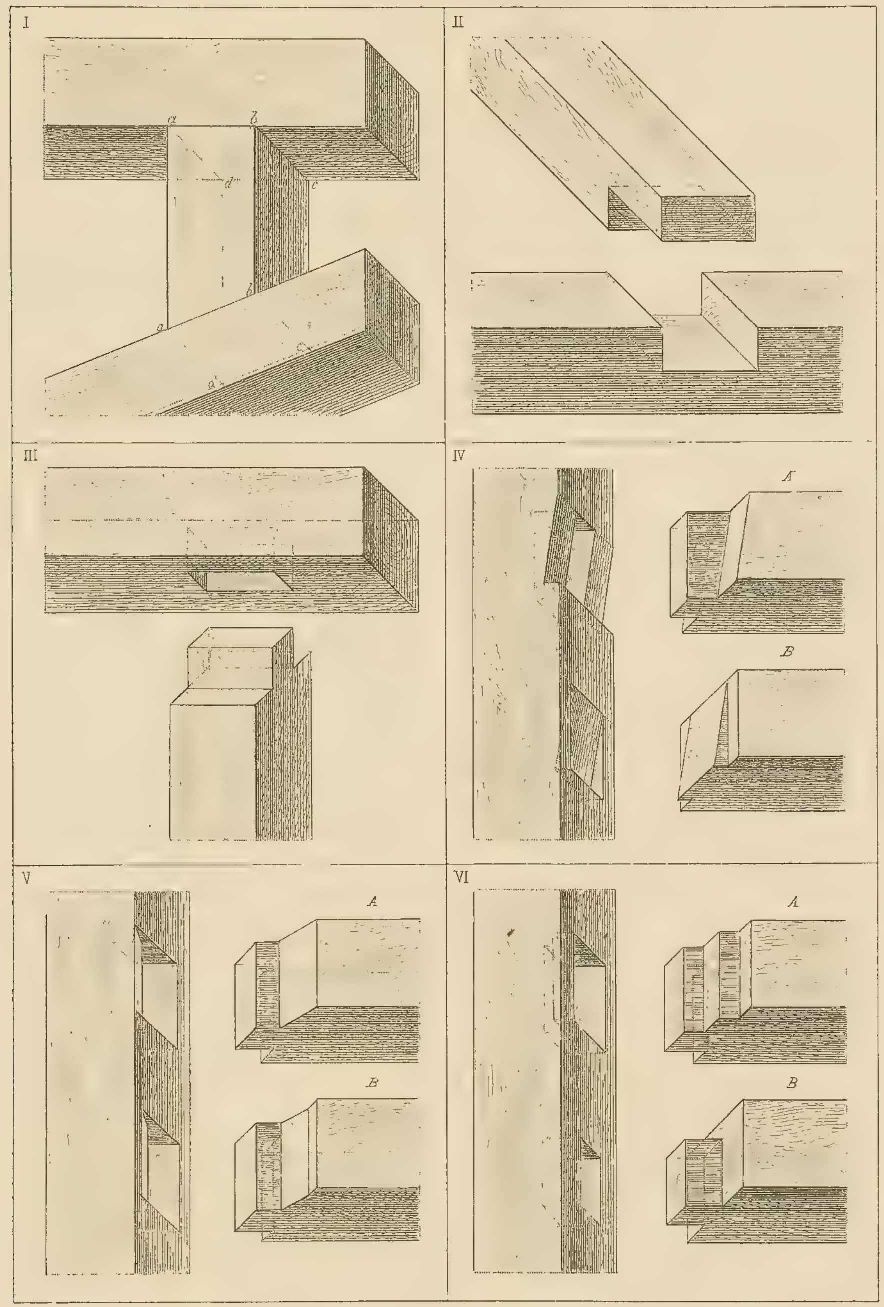
ESCALIER EN FER

Les escaliers en fer sont plus coûteux que ceux exécutés en bois, mais ils permettent au moins d'éviter les inconvénients que présentent les limons en bois. L'escalier que représente notre planche XXV est de forme droite et se compose de deux crémaillères en tôle renforcée dans leur partie inférieure par des doubles cornières suivant le rampant, et dans le dessus des cornières se développant suivant les degrés, mais du côté antérieur seulement; d'une crémaillère à l'autre correspond à chaque marche une contre-marche en tôle raidie haut et bas, mais en sens inverse, par des cornières dont l'une est destinée à recevoir le devant des marches en bois et l'autre le derrière de la marche placée directement au-dessous. Ce mode de structure est très ingénieux, puisque par le mode même d'attache des marches on assure la solidité de l'ensemble en rendant les crémaillères solidaires l'une de l'autre.



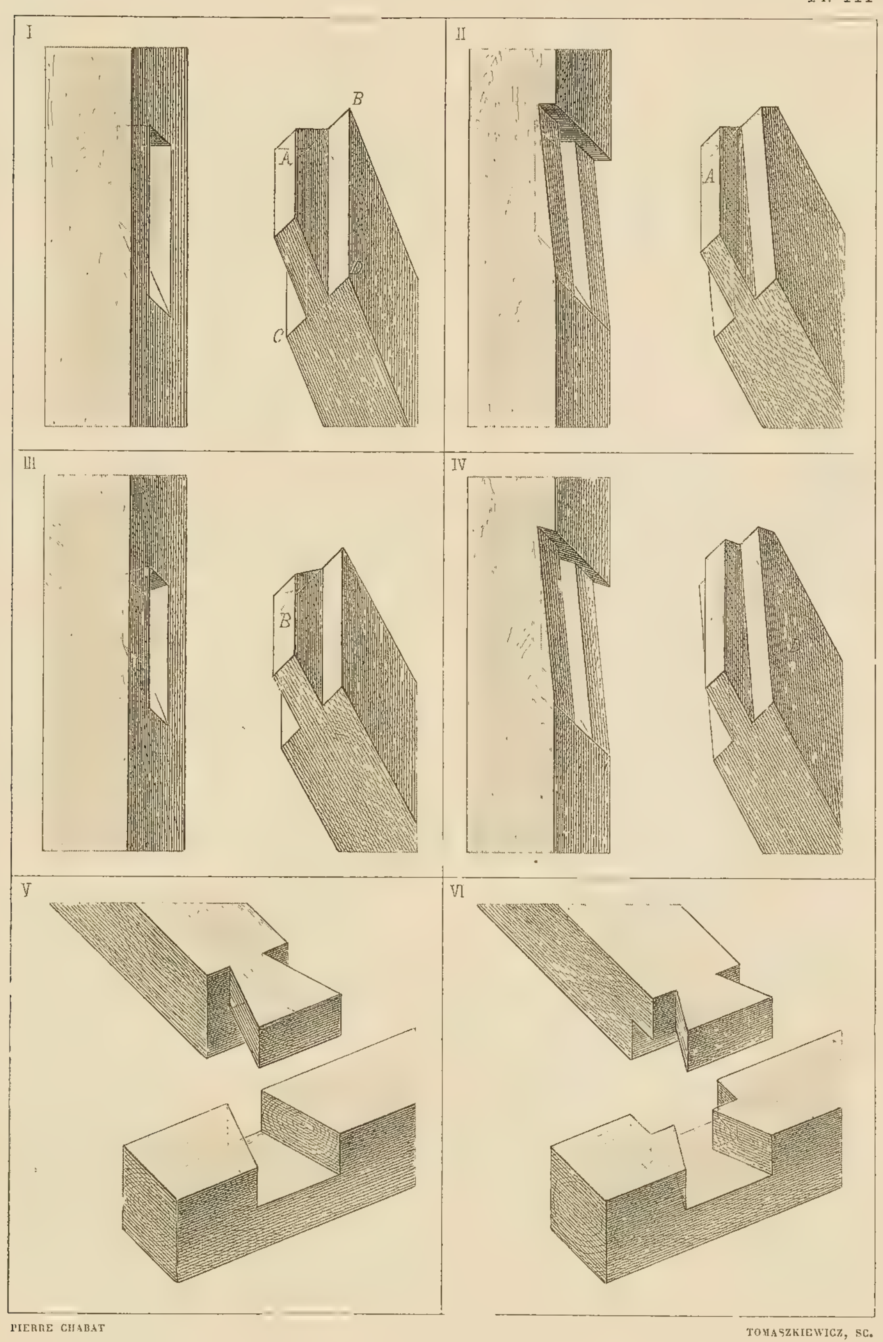
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

OUTILS DU CHARPENTIER



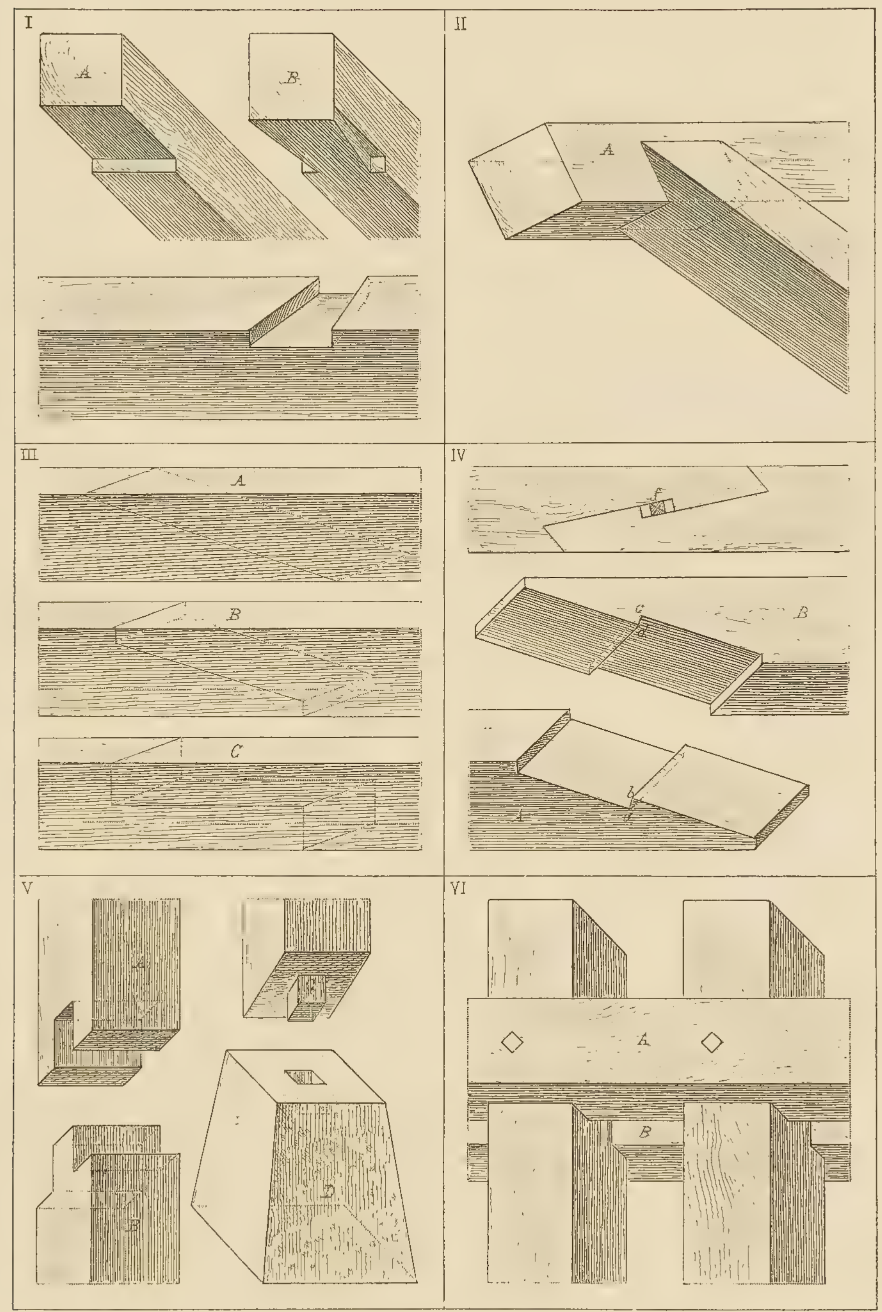
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

ASSEMBLAGES



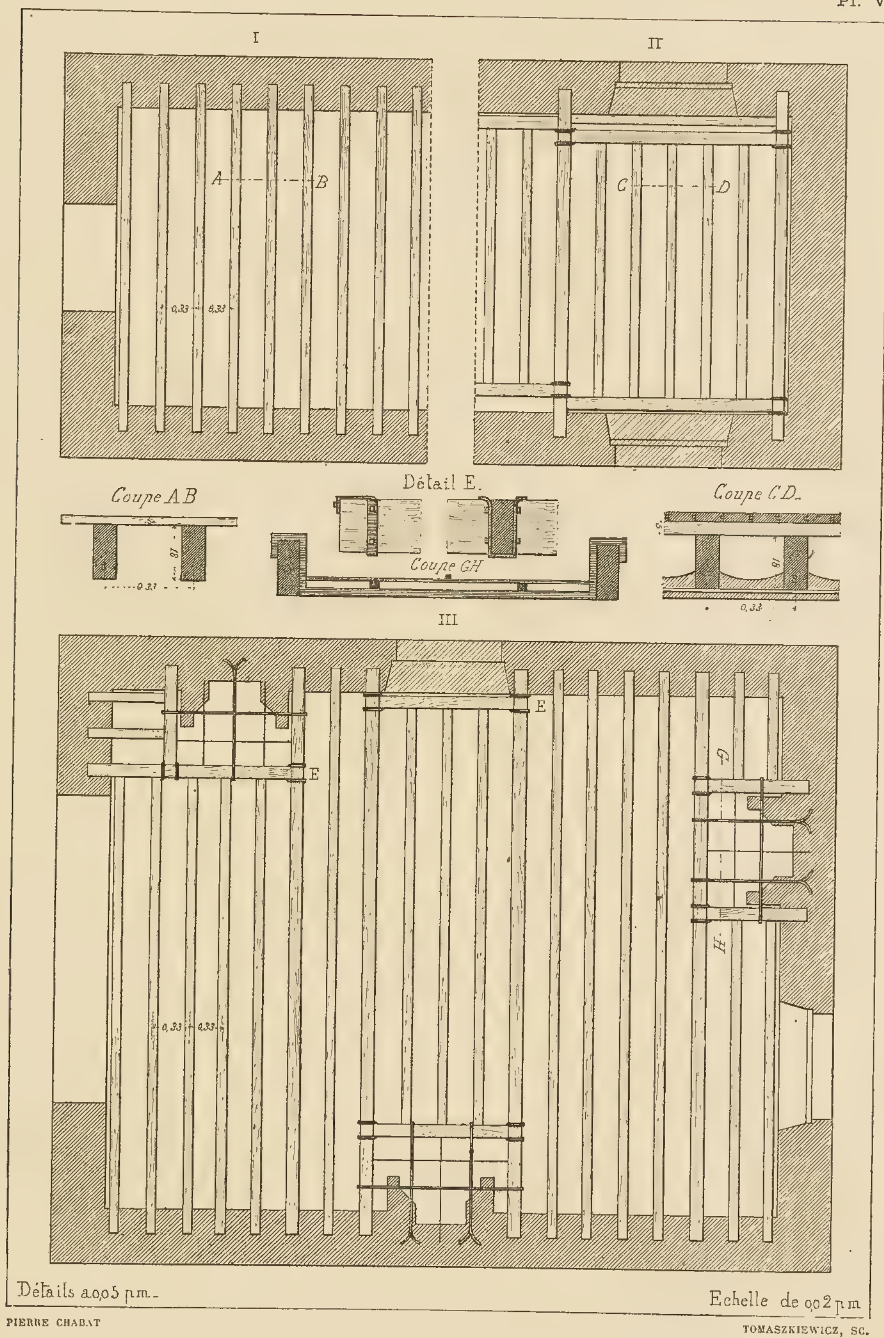
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

ASSEMBLAGES



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

ASSEMBLAGES



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

PLANCHERS

COUPE GH

COUPE AB

COUPE EF

COUPE CD

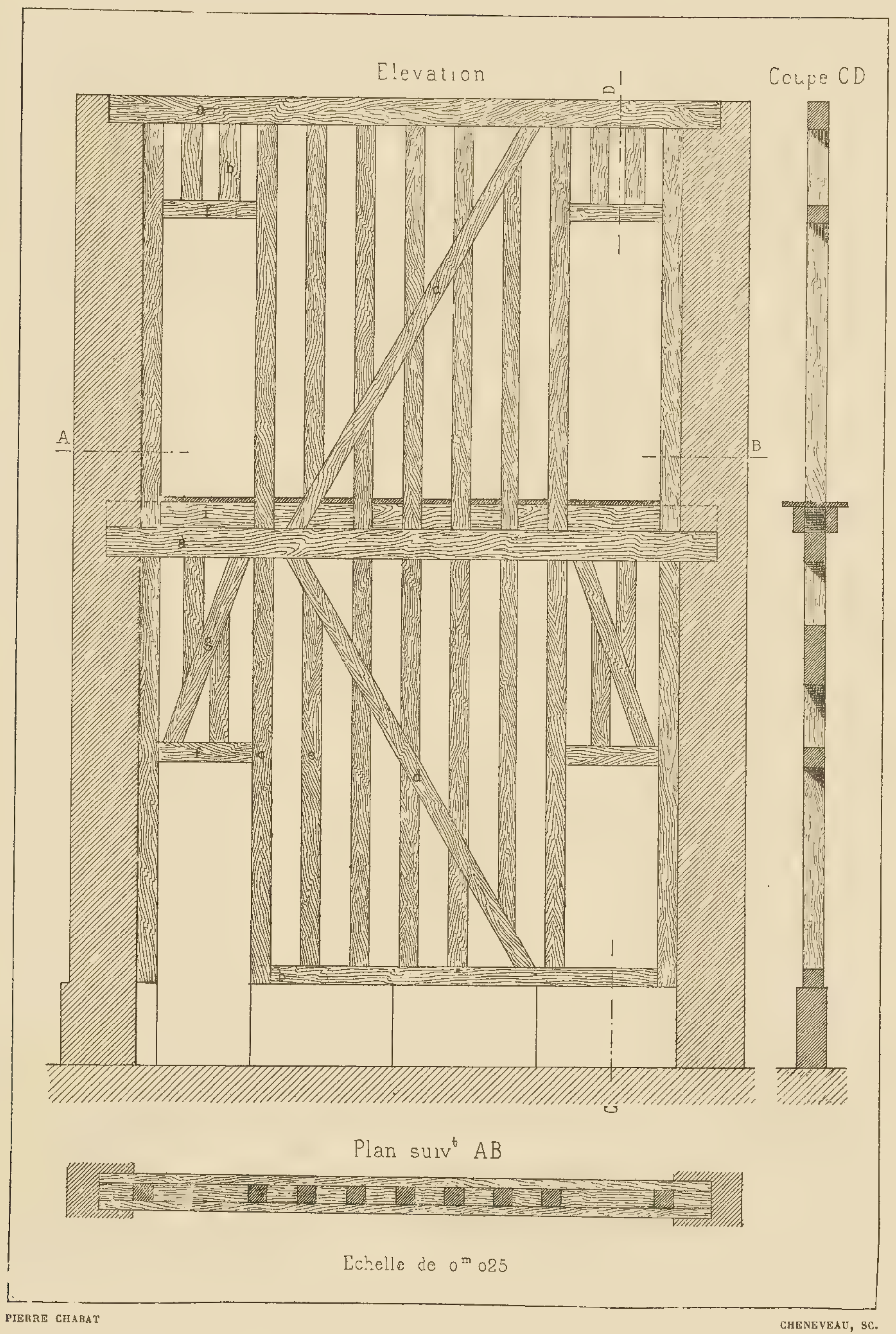
COUPE IJ

ENSEMBLE $0^{m}.02$ —— DÉTAILS $0^{m}05$

PIERRE CHABAT

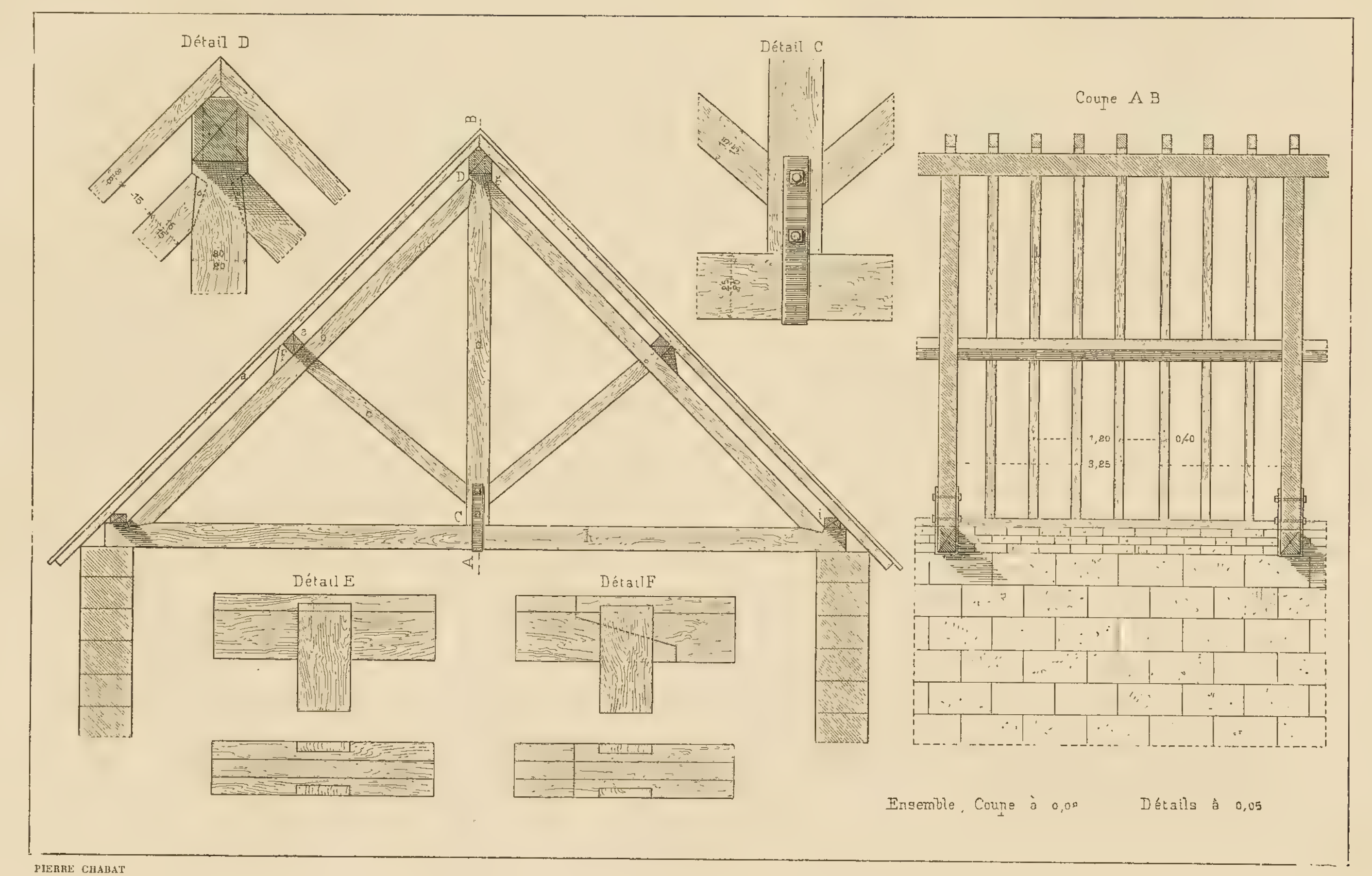
CHENEVEAU, SC.

POUTRES ARMÉES



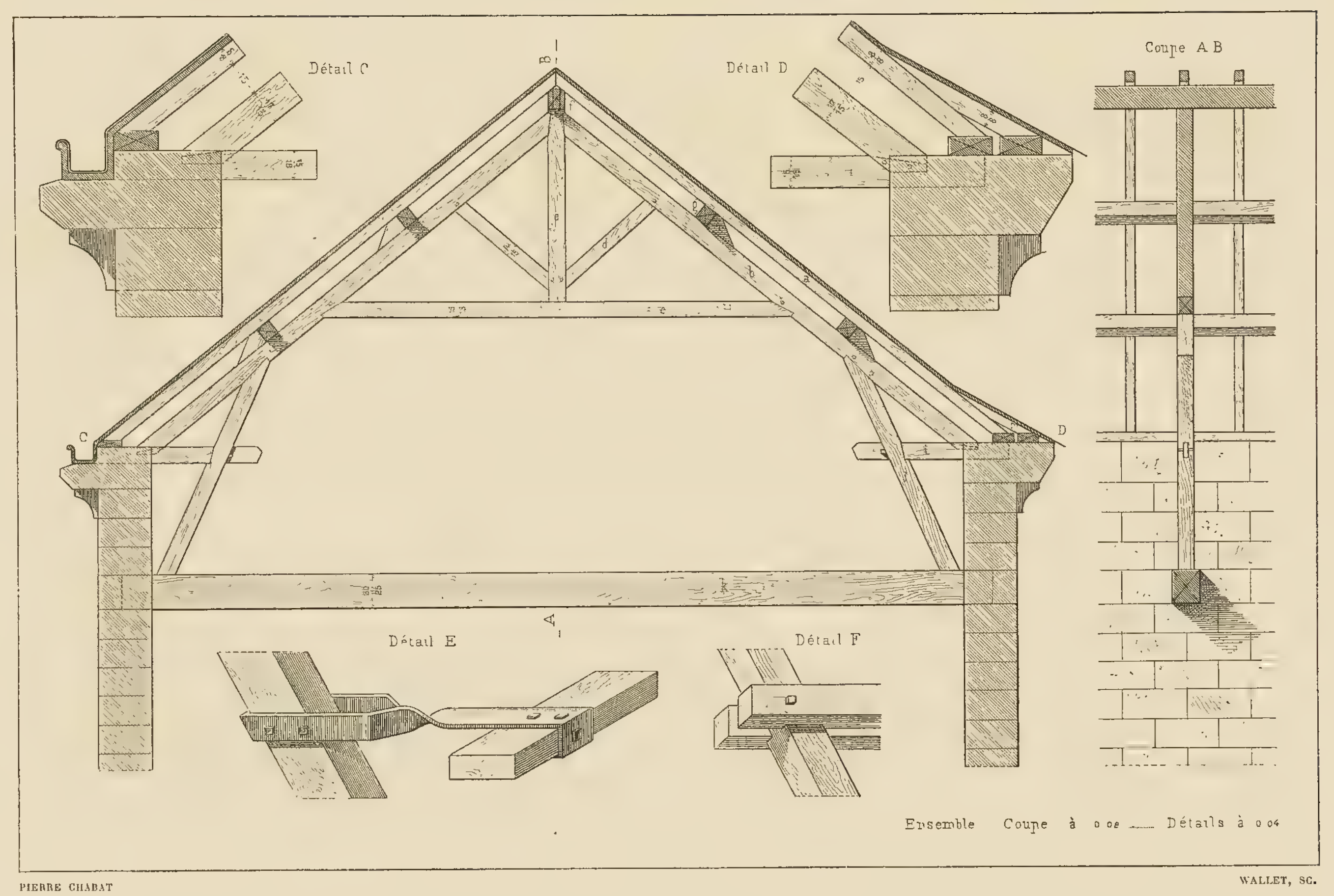
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

PAN DE BOIS



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

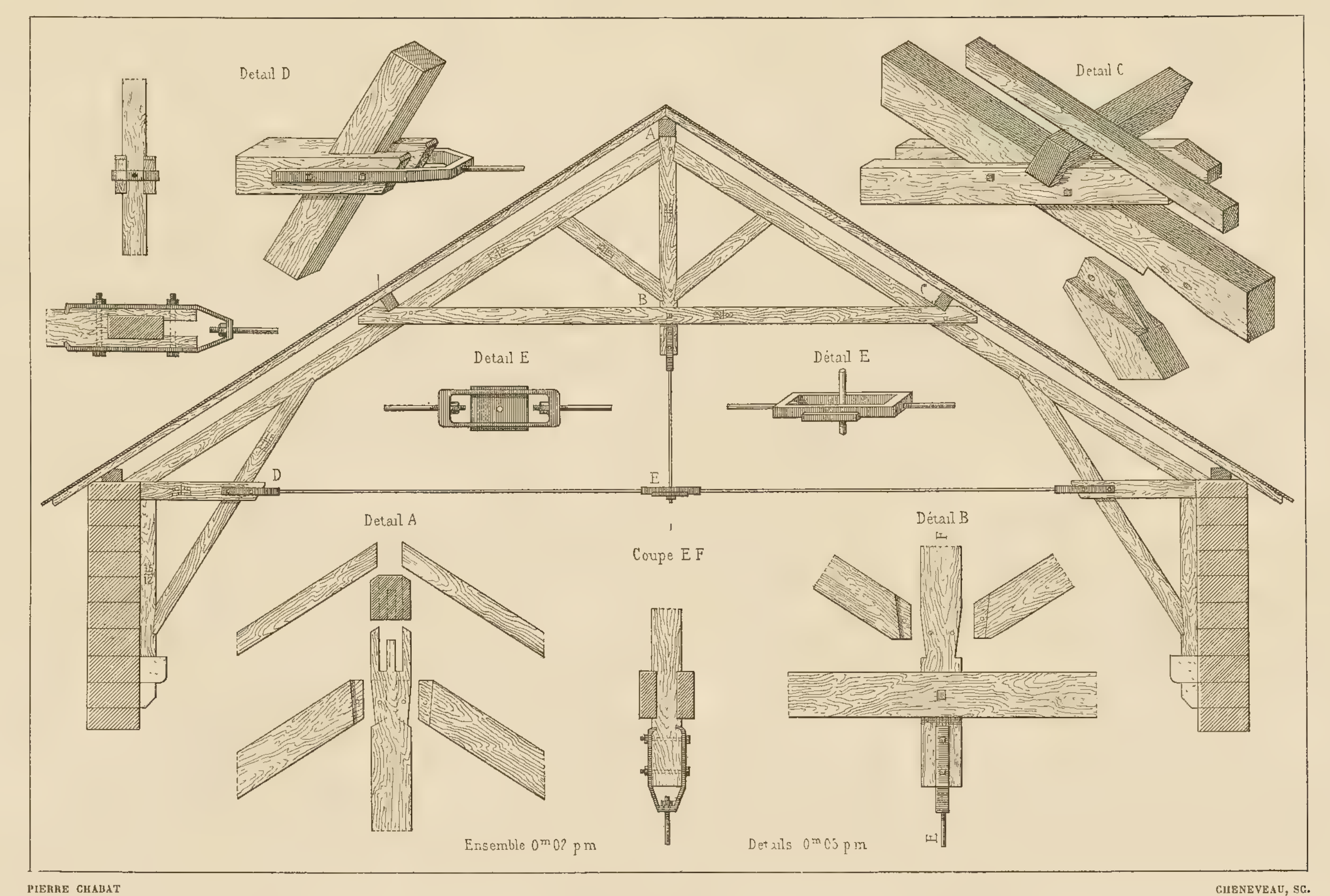
FERME A CONTRE-FICHE



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

FERME A ENTRAIT RETROUSSÉ

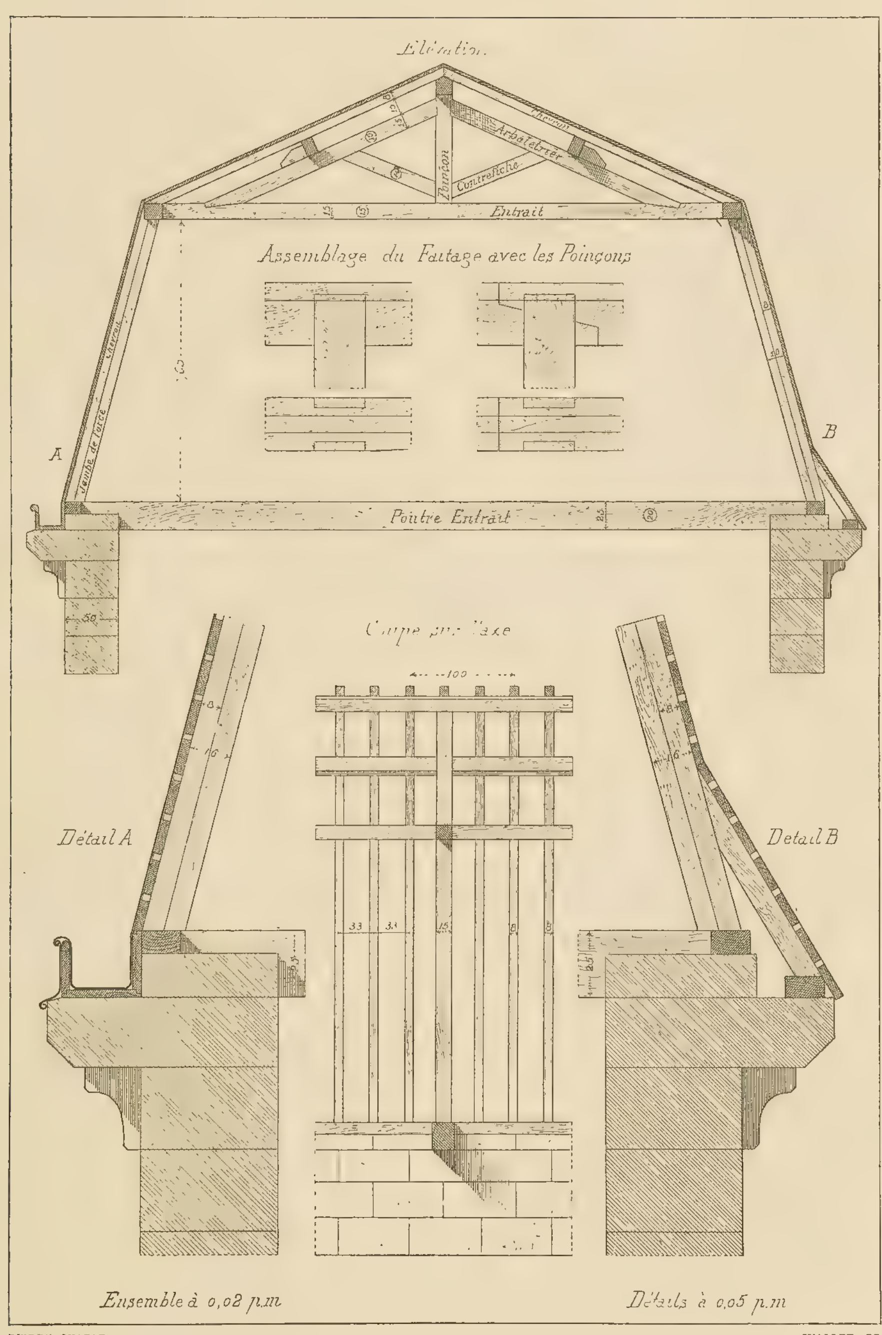
TIRANT EN BOIS



PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

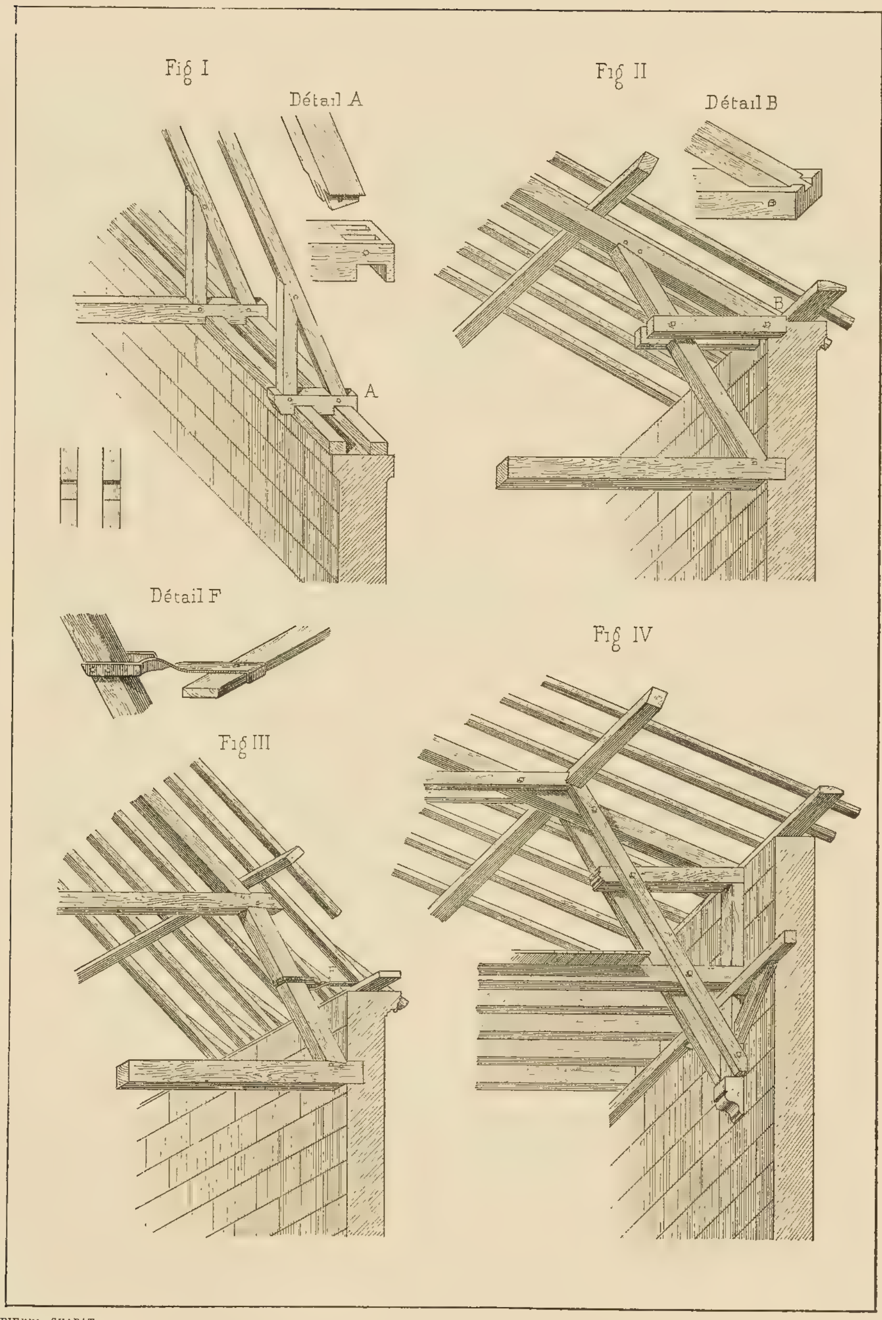
FERME A ENTRAIT RETROUSSÉ

TIRANT EN FER



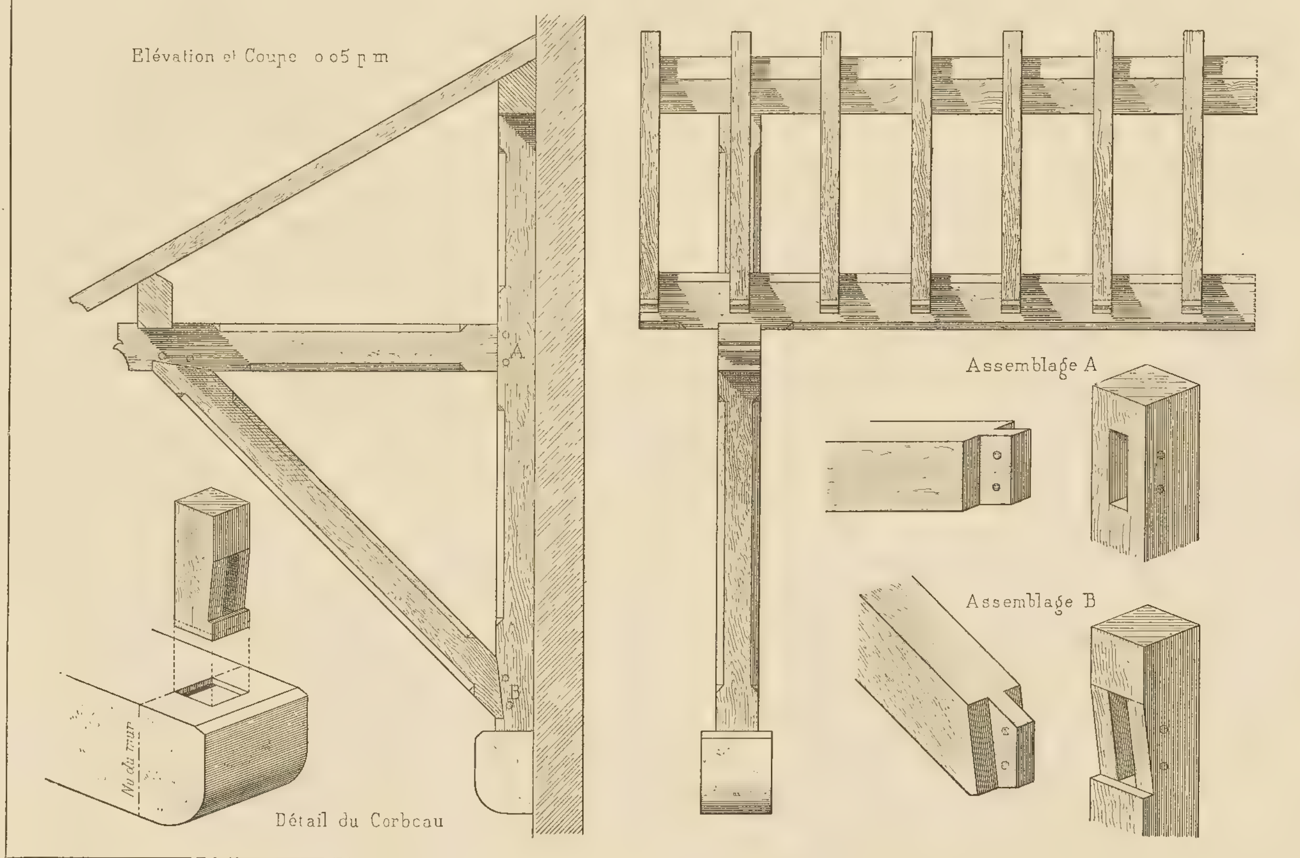
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

COMBLE A LA MANSARD



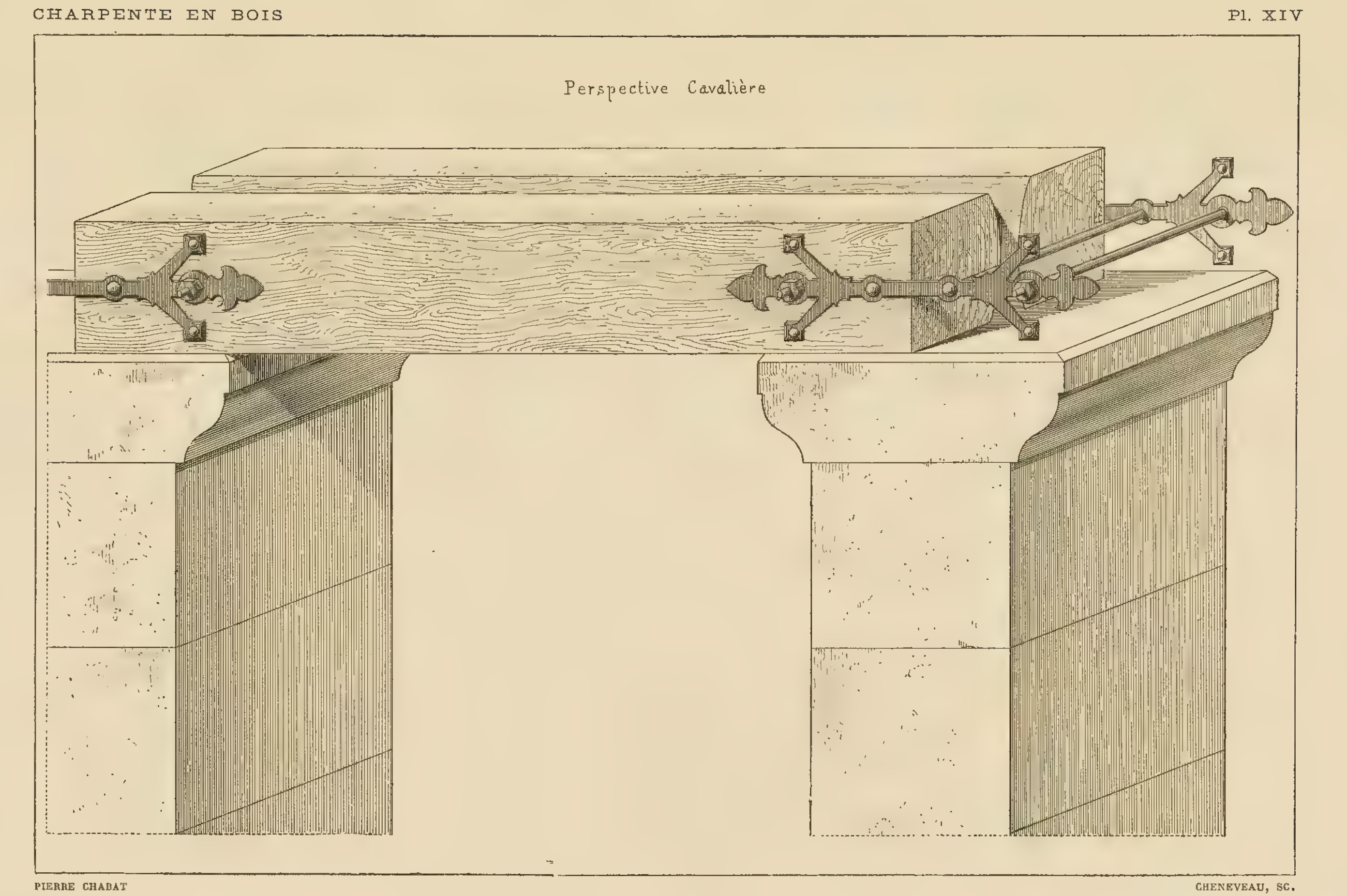
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

BLOCHETS



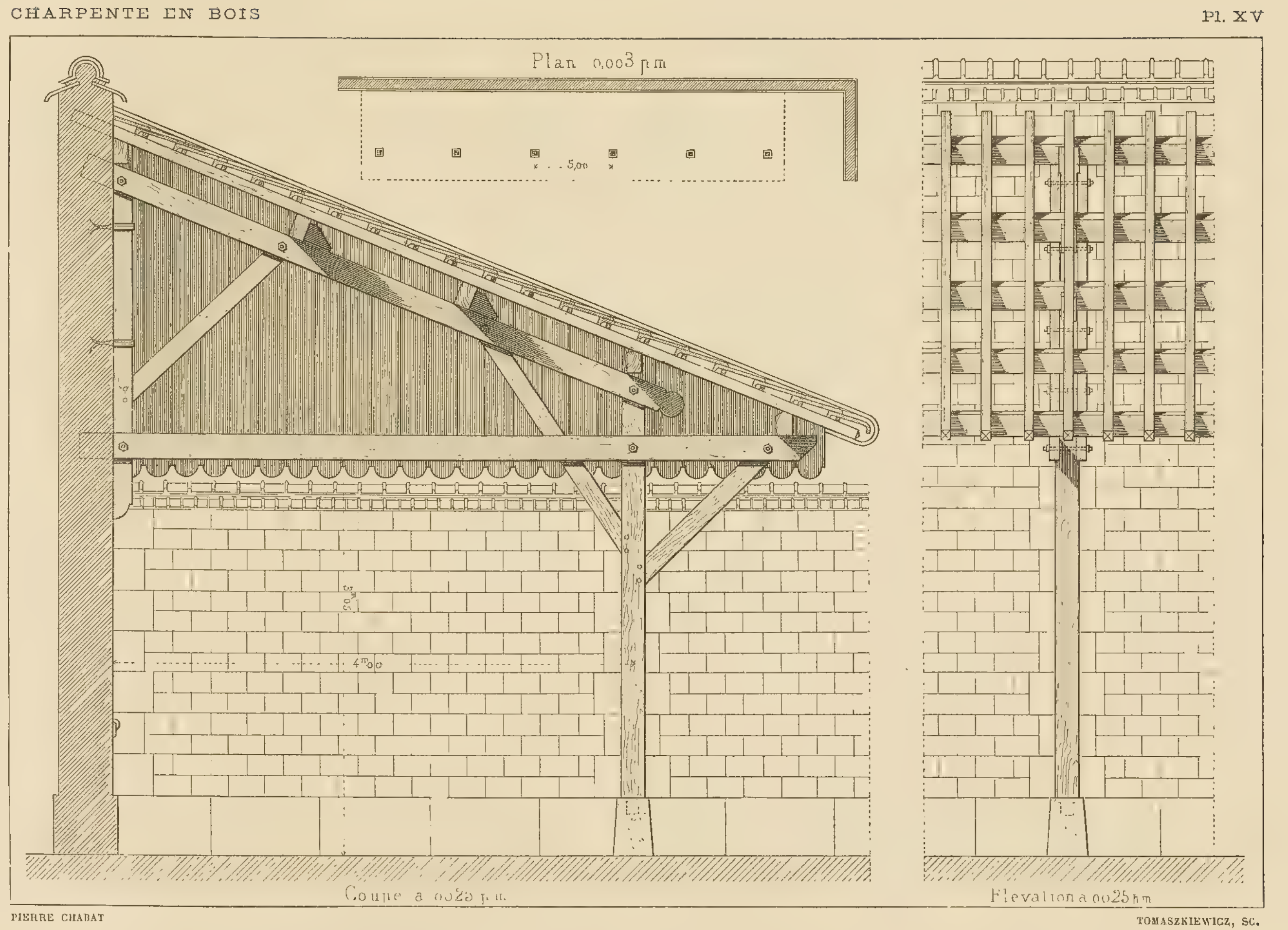
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

AUVENT



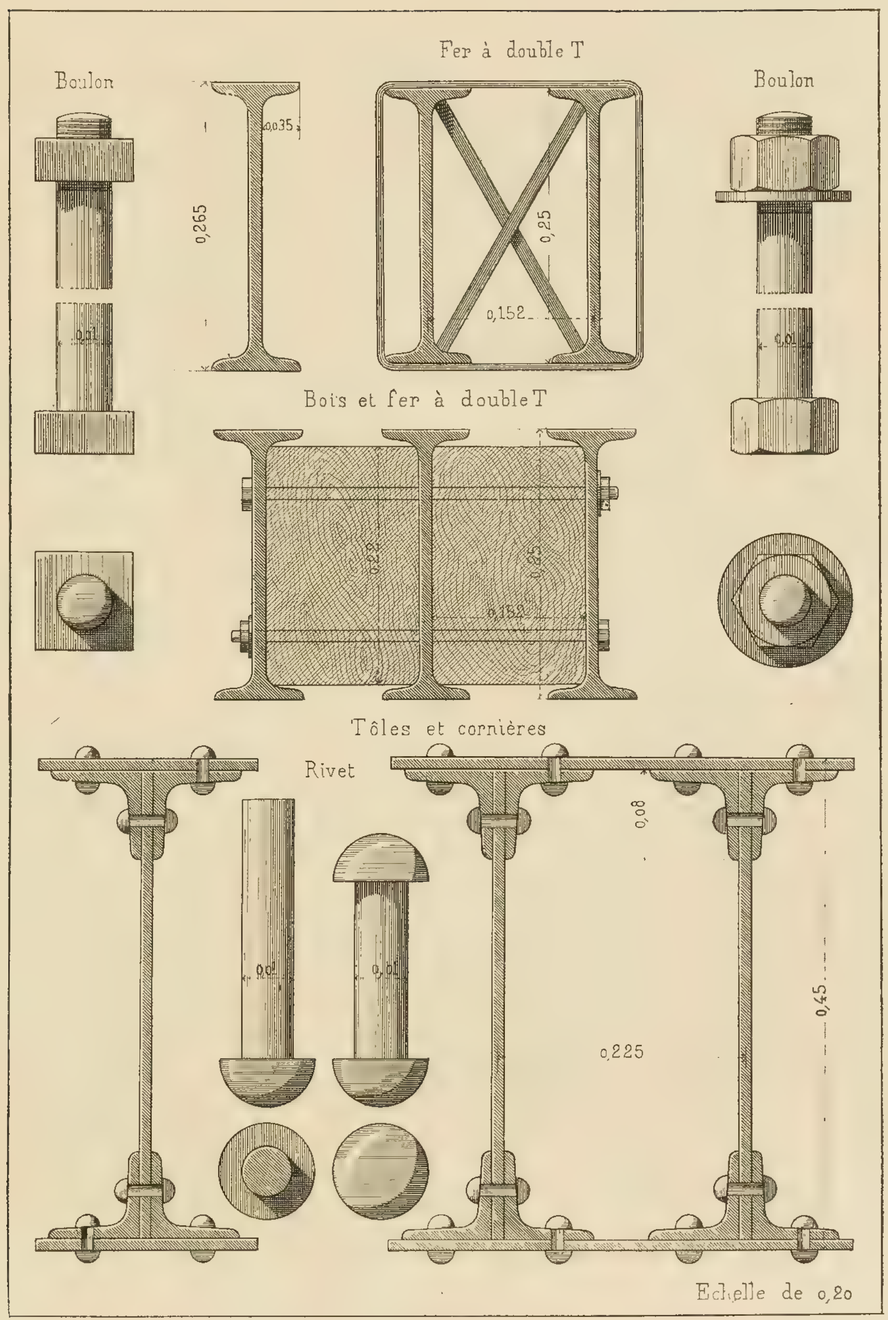
PIERRE CHABAT CHENEVEAU, SC.

LINTEAU



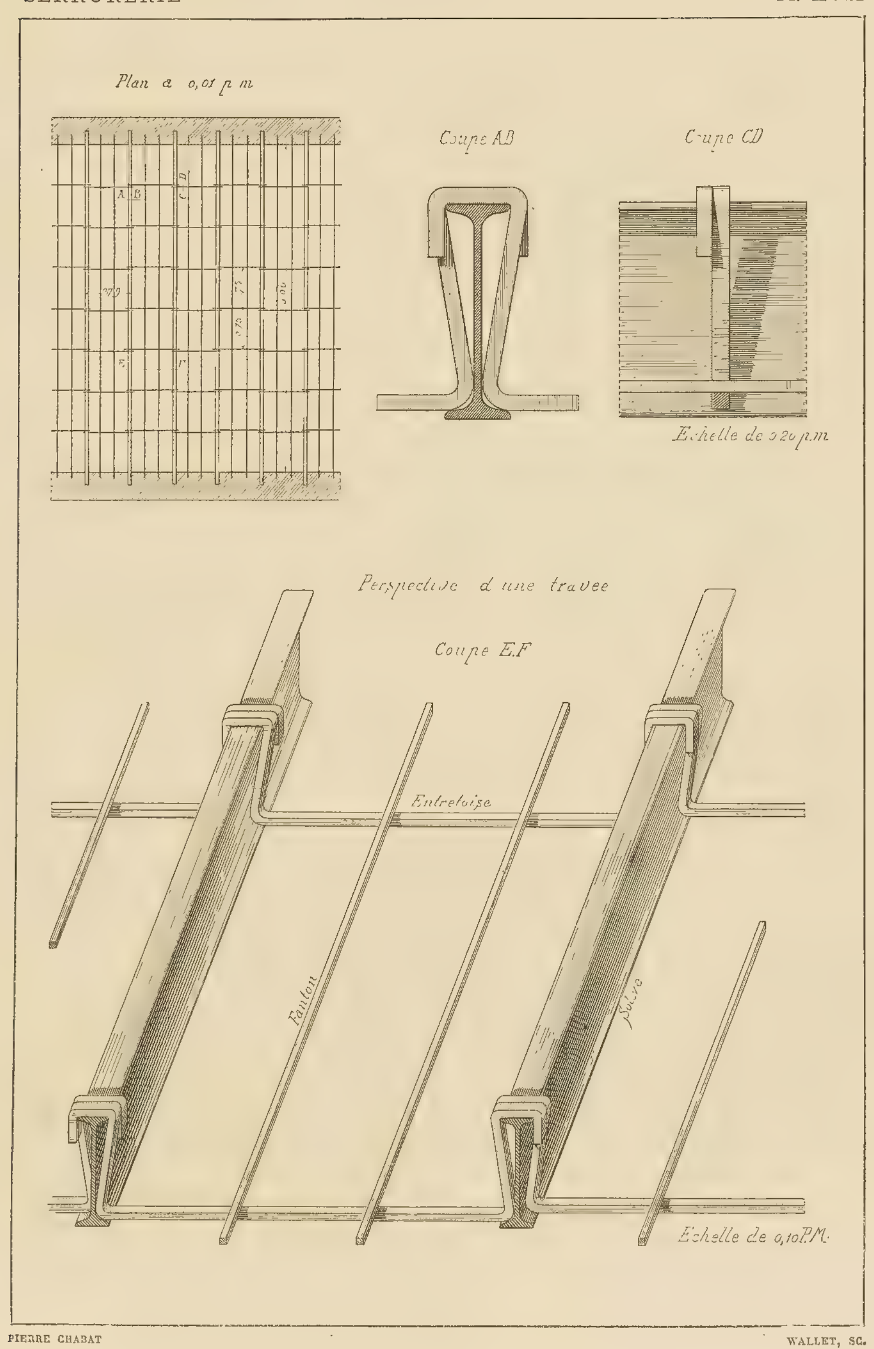
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

HANGAR



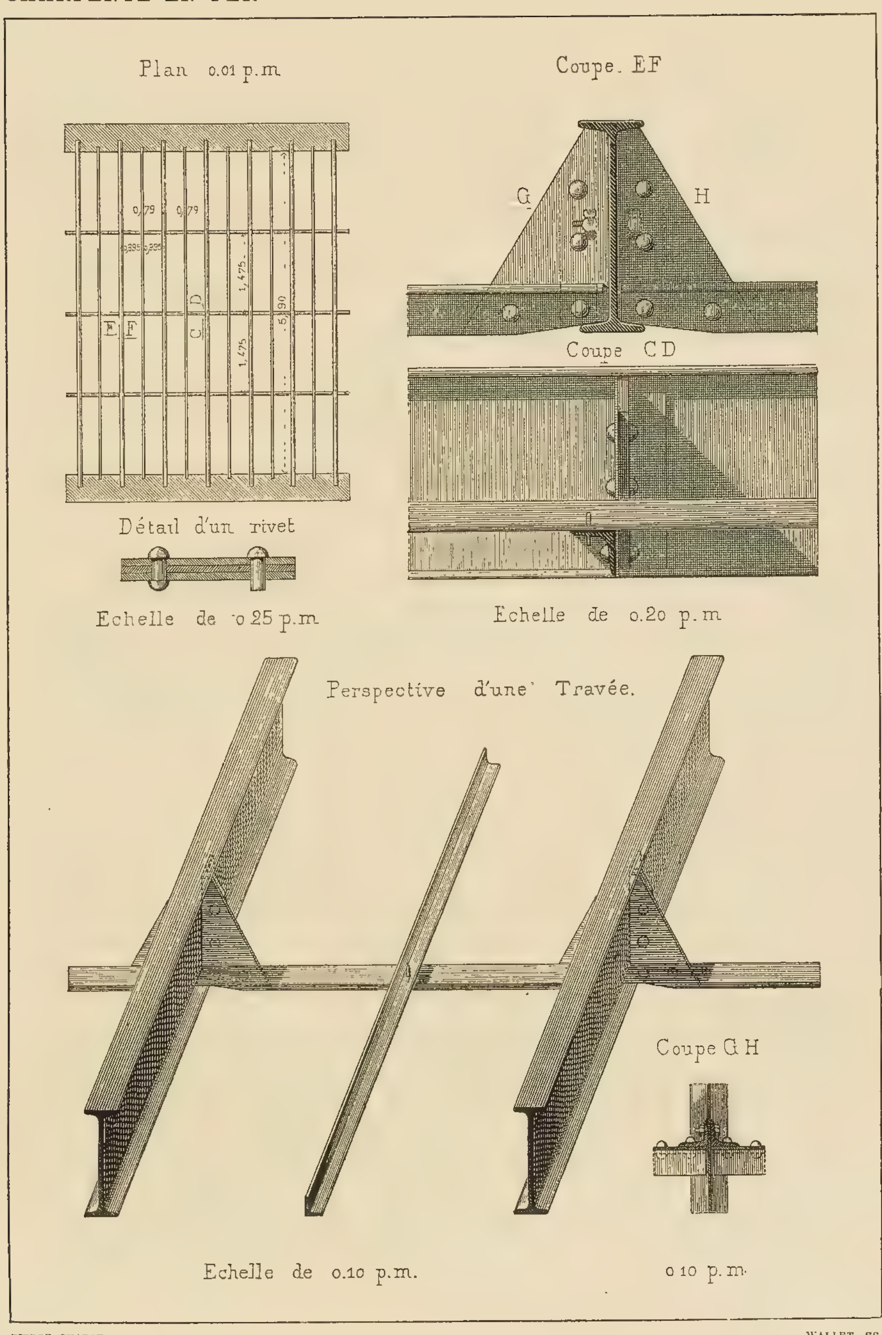
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

POUTRES



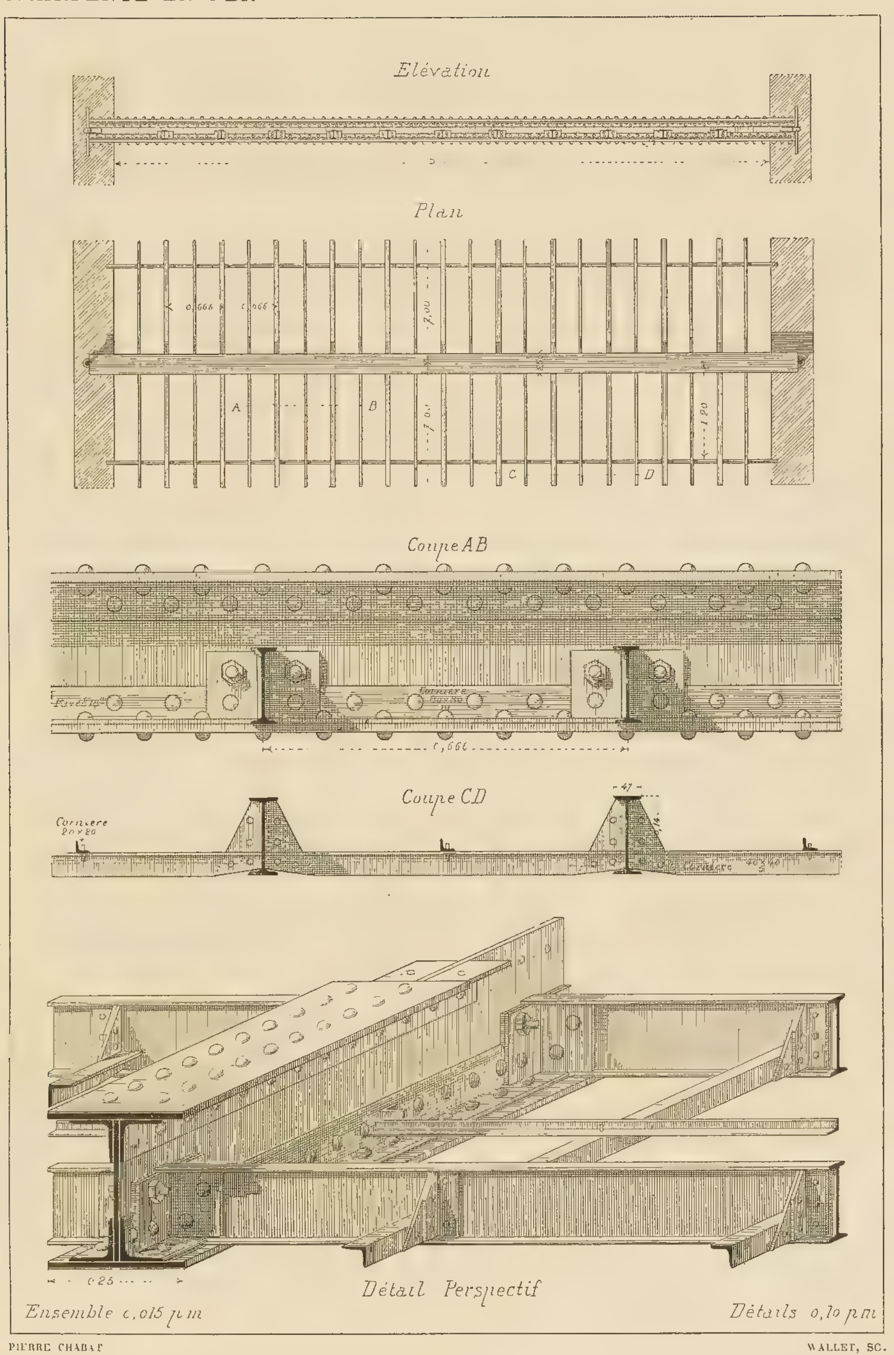
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PLANCHER EN FER



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

PLANCHER



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

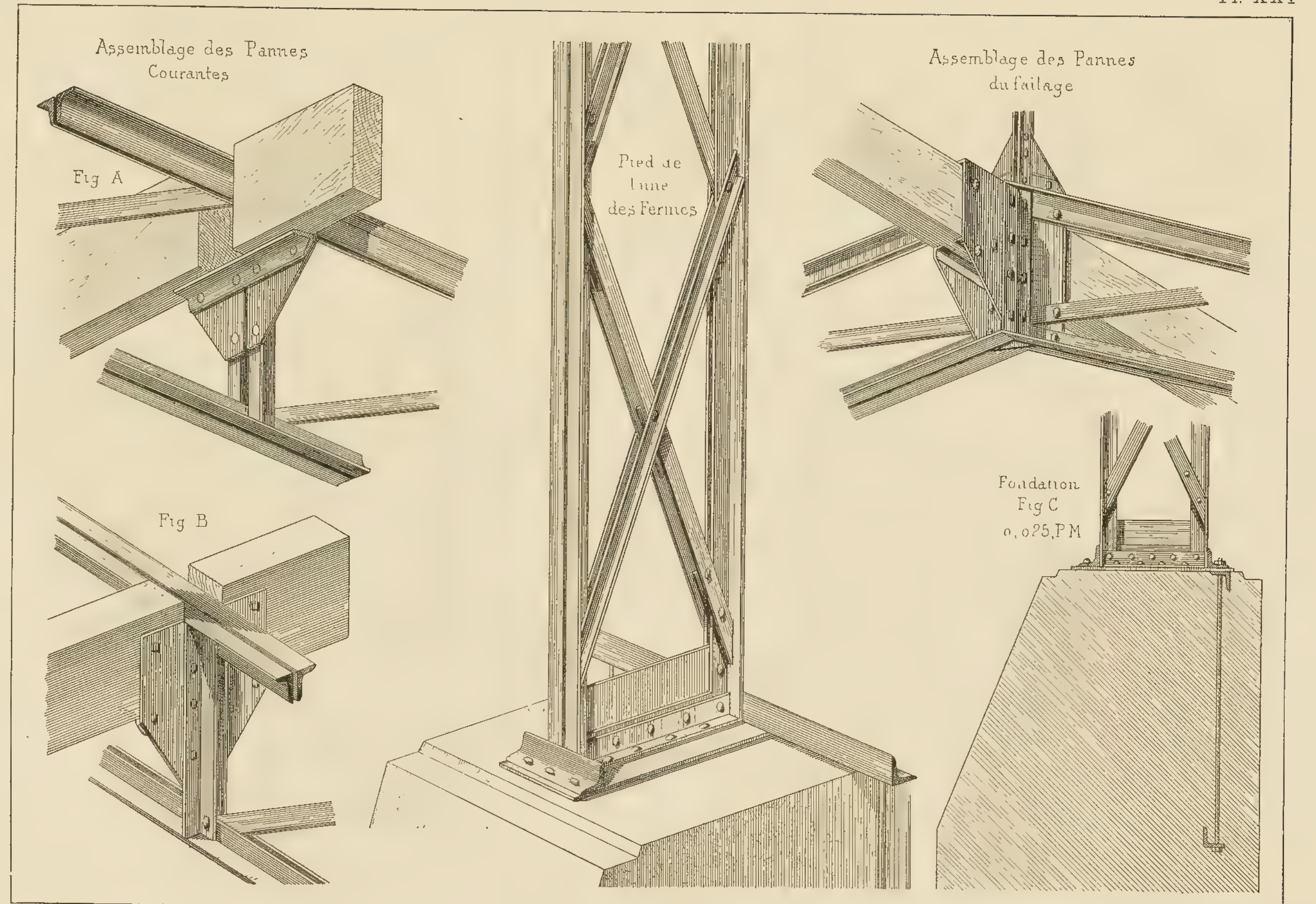
PLANCHER



PIERRE CHABAT

WALLET, SC.

FERME D'UN HANGAR



PIERRE CHABAT

WALLET, SC.

FERME EN FER
(DÉTAILS)

Détail K

Coupe AB

Élévation

Coupe CD

Détail L

Coupe EF

Coupe GH

Coupe IJ

Détail M

Détail N

Ensemble à 0,02 p.m.

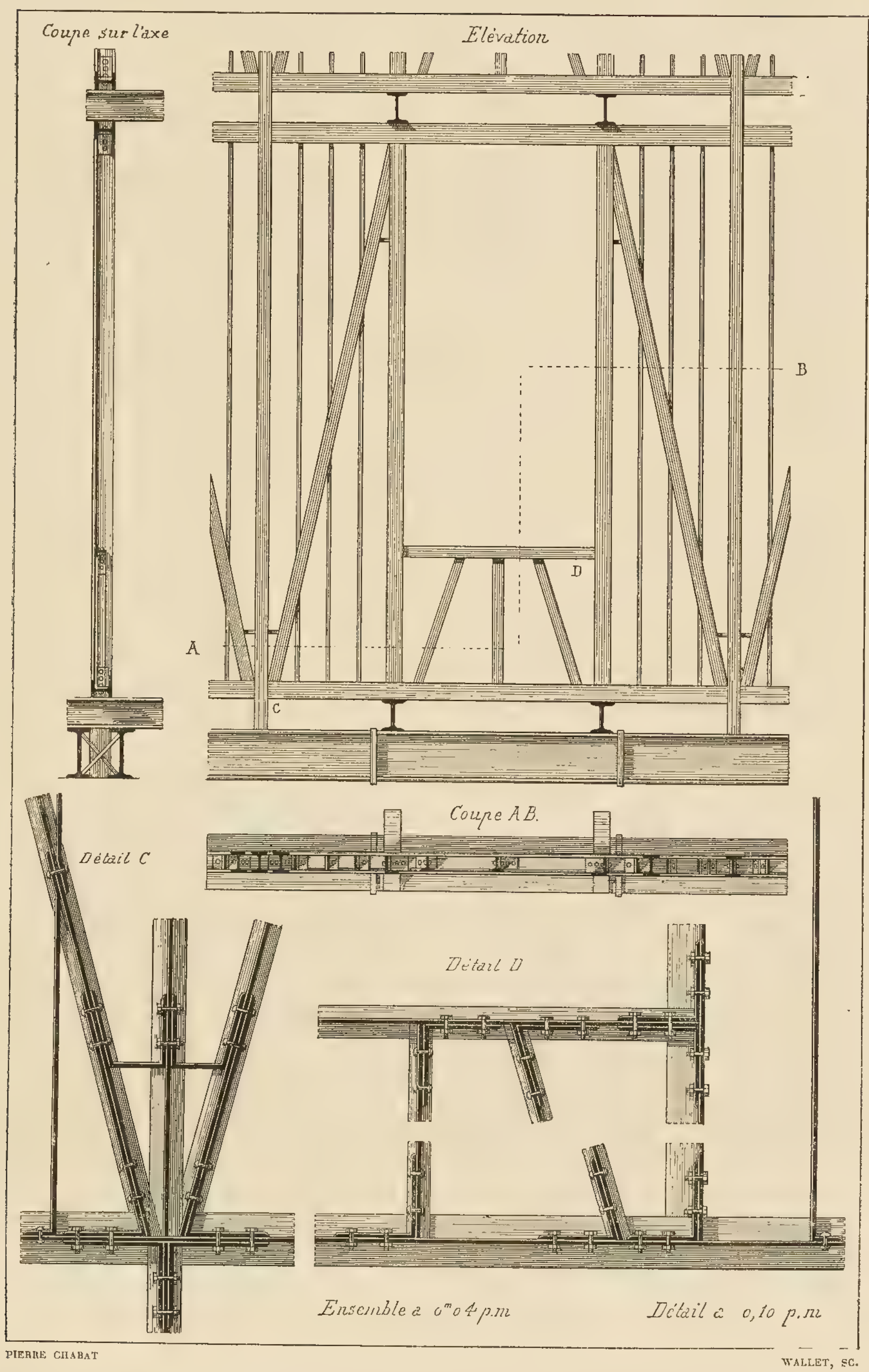
Détails à 0,05 p.m.

PIERRE CHABAT

WALLET, SC.

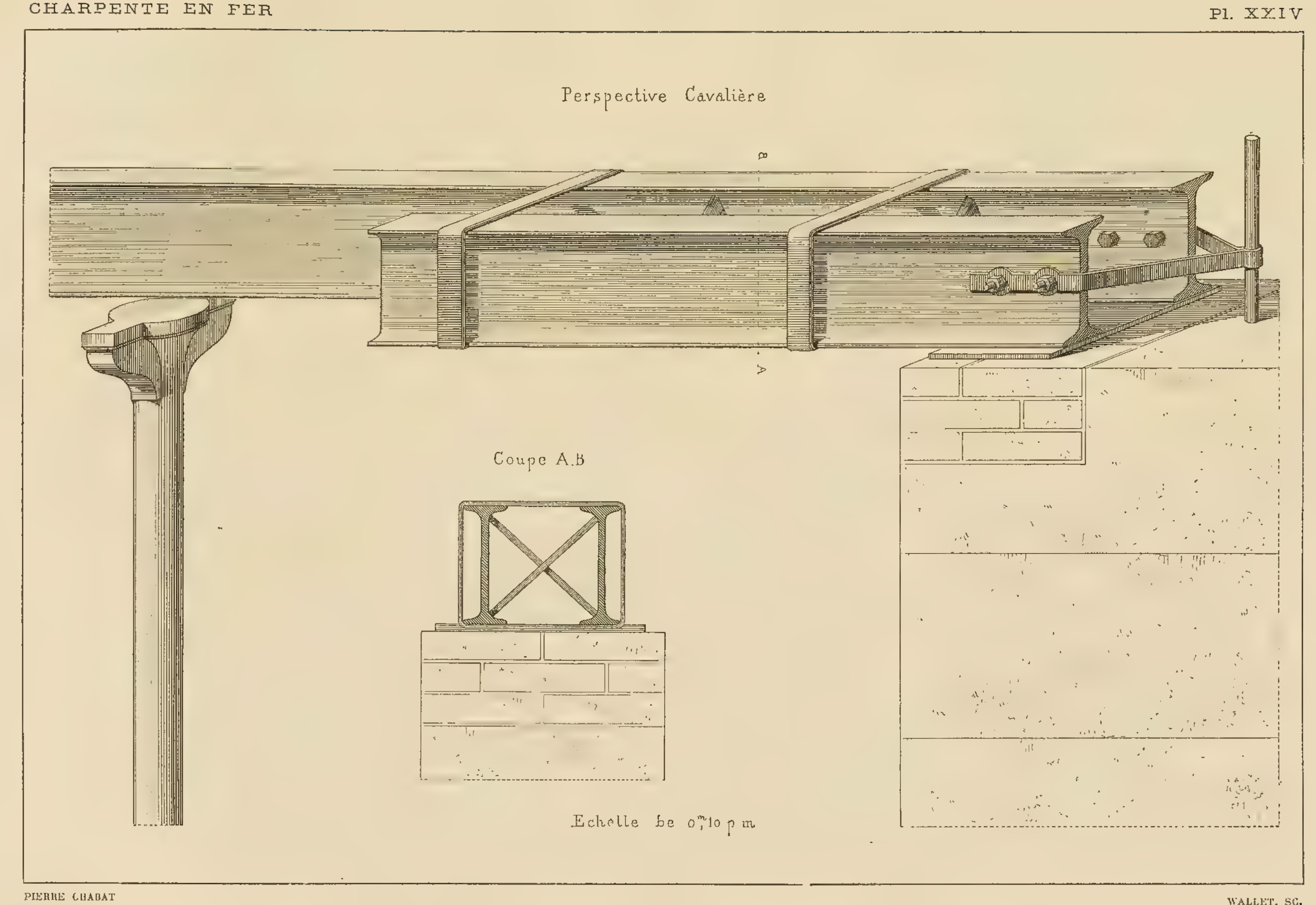


FERME



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

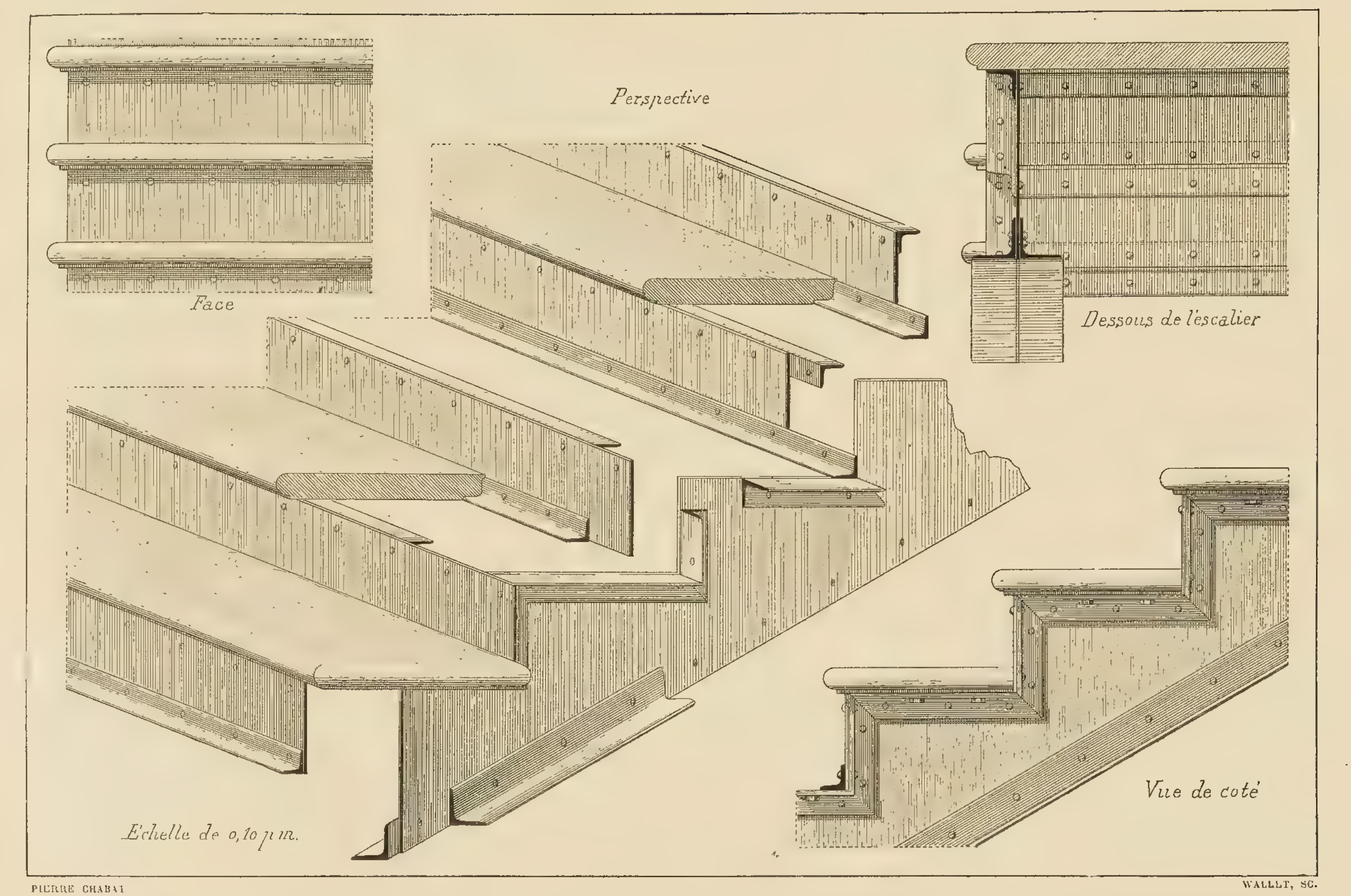
PAN DE FER



PIERRE CHABAT

WALLET, SC.

POITRAIL


Face
Perspective
Dessous de l'escalier
Echelle de 0,10 p m.
Vue de coté
PIERRE CHABAT
WALLET, SC.

ESCALIER

LA

SERRURERIE

OUTILLAGE — CHAÎNAGES
PAUMELLES — BOULONS — GONDS — PENTURES
ANCRES — GRILLES — PORTES
CROISÉES — BARRIÈRES

PIERRE CHABAT WALLET, SC.

LA

SERRURERIE

Art qui a tiré son nom de la fabrication des serrures, mais qui embrasse toutes les applications du fer à la construction des machines, des instruments et outils et des édifices de toute espèce.

Considéré comme une branche de la construction proprement dite, cet art comprend l'exécution :

1° Des gros ouvrages en fer tels que : *poutres, solives, combles, pans de fer, ponts métalliques, serres,* etc.;

2° Des ouvrages dits de forge tels que : *grilles, rampes* et *balcons, chaînes d'écartement, potences, corbeaux, étriers, pentures, pivots* de grandes portes et autres, et tous les gros fers qui se livrent au poids ;

3° Des ouvrages tirés de fabriques, *serrures, verrous, targettes, paumelles, charnières* et autres, servant à la fermeture des portes et qui sont compris sous le nom de *quincaillerie*.

PLANCHE I

OUTILS DU SERRURIER

Filière. — Outil que les ouvriers serruriers emploient pour fileter, c'est-à-dire faire le pas de vis qui doit recevoir un écrou (fig. 1).

Ce filetage se fait au moyen des *coussinets* (fig. 3) qui s'ajustent à coulisse dans la *filière*, dont l'un des manches est à vis pour serrer les coussinets à mesure que le pas se forme.

Tourne-à-gauche. — Le *tourne-à-gauche* (fig. 2) sert à faire mouvoir les *tarauds*; les trous carrés, dans lesquels s'emmanche la tête du *taraud*, sont de différentes grandeurs suivant la grosseur des tarauds.

Quelquefois, le *tourne-à-gauche* est employé pour percer des trous de très fort diamètre, à l'aide du *foret* disposé à cet effet, quand on n'a pas assez de force avec le vilebrequin (fig. 8).

Coussinets. — Petites pièces en acier dans lesquelles sont incrustés les pas de vis pour tarauder ou fileter des tiges en fer (fig. 3); ces pièces s'ajustent en deux parties et à glissières, dans la *filière* qui les serre au fur et à mesure que le pas de vis se forme.

Les *coussinets* varient suivant le diamètre de la tige à tarauder.

Taraud. — Outil en acier qui présente la forme d'une vis (fig. 4) et qui sert à *tarauder*, c'est-à-dire à creuser en spirale les parois d'un trou pratiqué dans une pièce de bois ou de métal pour recevoir une vis.

La tête du *taraud*, généralement méplate, est disposée pour obéir au *tourne-à-gauche*.

Filière. — Plaque d'acier (fig. 5) percée de trous circulaires ou carrés, de différentes largeurs, et qui sert à étirer le métal pour en faire des fils d'une dimension déterminée (voy. *Jauge*).

Il y a encore des filières de même forme (dites à truelles) servant à fileter des tiges de petits diamètres.

Forerie portative ou en C. — La forerie portative (fig. 6 et 7) est une espèce de machine qui sert à percer les métaux.

Les mâchoires mobiles servent, à l'aide de la vis de pression, à fixer la machine sur la pièce que l'on veut percer ; le percement se fait au moyen du foret et du vilebrequin.

Vilebrequin ou Fût. — On distingue plusieurs sortes de vilebrequins :

Le vilebrequin entièrement en fer forgé (fig. 8) sert à percer les trous de *foret* dans les métaux et est employé soit avec la *forerie portative en C*, soit avec la machine fixe à potence.

Notre figure 27 donne un vilebrequin à engrenage servant plus spécialement en ville ou sur les chantiers, pour percer des trous de mèche, soit dans le bois soit dans les murs en pierre, et dans les endroits difficiles où le vilebrequin ordinaire ne pourrait tourner, par exemple, dans l'angle d'un mur.

La figure 28 représente le vilebrequin ordinaire que le serrurier porte continuellement dans son sac de ville.

Jauge. — Disque d'acier sur le pourtour duquel sont pratiquées des entailles rectangulaires marquées de numéros sur une face, et sur l'autre le diamètre en dixièmes de millimètres, et qui sert à évaluer les diamètres des fils de fer (fig. 9).

La jauge de Paris contient 30 numéros correspondant à des fils dont le diamètre va en croissant.

Pince-monseigneur. — Sorte de levier employé par les serruriers pour forcer une porte dont la serrure n'a pu être ouverte par le rossignol (fig. 10).

Etau a pied tournant. — L'un des principaux outils qui servent à travailler les métaux. L'*étau* (fig. 11) est une sorte de presse ordinairement en fer, dont les deux pièces principales, articulées à leur partie inférieure, sont des leviers appelés *mors* ou *mâchoires*. L'une de ces mâchoires est fixée à une vis, presque toujours à filet carré, qui traverse l'autre levier et s'engage dans un écrou ; une tige ou *manivelle* en fer, qui passe dans la tête de cet écrou, permet de le faire tourner dans un sens ou dans l'autre, de manière à serrer ou à desserrer les mâchoires de l'*étau*. L'intérieur des mors est aciéré et strié comme une lime, afin que l'objet saisi ne puisse glisser. Un ressort placé entre les branches les fait ouvrir quand on desserre l'*étau*.

Le renflement qui porte l'œil dans lequel entre la vis se nomme *boîte de l'étau*.

Cette machine est fixée à l'établi par une bride qui saisit une des branches et se termine par une ou deux tiges solidement attachées à l'établi.

Les *étaux à main* (fig. 18) sont des pinces à vis ayant la forme d'étaux, et que l'on tient à la main pour exécuter de petits ouvrages.

Etampe dessous. — Sorte de matrice en fer aciéré, dont la surface supérieure porte en creux ou en relief la forme que l'on veut imprimer au fer que l'on forge (fig. 12). On dit aussi *estampe*.

La partie inférieure de cet outil se place sur l'enclume, la queue dans le trou carré destiné à la recevoir ; le forgeron met la pièce à façonner entre les deux parois de la matrice et frappe ensuite dessus.

Oreille d'ane. — Outil méplat que l'on passe dans l'anneau d'une clef pour la fixer sur l'étau lorsqu'on lime le *panneton* (fig. 13).

Bec-d'ane ou Bédane. — Outil servant à ferrer (fig. 14).

Lime. — Tige ou barre d'acier trempé dont la surface est taillée de dents pour user les métaux. Cette tige est munie d'une queue pointue, que l'on appelle *soie*, et qui entre dans un manche en bois.

La partie couverte d'aspérités se nomme la verge.

On distingue parmi ces outils, au point de vue de la forme :

La lime plate pointue (fig. 15); la lime demi-ronde; la lime ronde pointue ou queue de rat (fig. 16); la lime carrée ou à potence; la lime plate à main (fig. 17); la lime tierspoints appelée aussi lime triangulaire.

Au point de vue de la taille :

Les limes rudes; les limes bâtardes; les limes demi-douces et les limes douces.

Compas. — Instrument à branches de métal qui sert à prendre des mesures de longueur ou d'épaisseur. Le *compas* ordinaire a environ $0^m,16$ de longueur; on l'appelle encore compas de poche (fig. 19).

Une variété du *compas* d'épaisseur est le *maître à danser*, que nous représentons (fig. 32), qui sert à mesurer le diamètre intérieur des objets creux.

Tournevis. — Outil formé d'une lame plate d'acier emmanchée dans une tête en bois (fig. 20).

Cette lame a l'apparence d'un ciseau non tranchant; la partie amincie entre dans la fente ménagée sur la tête d'une vis qu'on veut serrer ou desserrer.

Il y a également le *tournevis* ou *fût* qui s'adapte au vilebrequin pour serrer les vis de fortes dimensions et pour lesquelles on n'aurait pas assez de force avec le tournevis emmanché.

Pince. — Notre figure 21 montre une pince dont les becs peuvent être plats ou ronds; le serrurier s'en sert plus spécialement pour la pose des sonnettes et pour faire la ligature des fils.

La figure 23 donne une pince dite *pied-de-biche*, dont la partie effilée est fendue et sert à arracher les clous et les goupilles.

La figure 25 représente une pince dont les becs sont coupants et se rapprochent comme des cisailles; cette pince est employée par le serrurier et le grillageur pour couper les fils de fer.

Pointe carrée. — Outil servant à l'ouvrier de ville pour amorcer les trous de vis dans le bois; il se compose d'une tige d'acier forgée et étirée des deux bouts en forme de pointe carrée, dont l'une est la soie se fixant au manche en bois (fig. 22).

Ciseau a bois. — Outil de ferreur formé d'une tige d'acier aplatie et élargie d'un bout, trempée et affûtée comme un ciseau de menuisier; l'autre extrémité, en pointe très camarde, se nomme la tête. Ce ciseau (fig. 24) se fait de différentes largeurs.

D'ailleurs, l'ouvrier serrurier forge et apprête généralement ses ciseaux lui-même, ainsi que la pointe carrée et le tournevis.

Tranchet. — Outil de forgeron en acier portant un taillant très court et à large embase, terminé par une soie qui s'adapte au trou de l'enclume (fig. 26.)

Mèche. — Outil qui s'adapte au trou carré d'un *vilebrequin* et qui sert à percer le bois et le fer.

La mèche à bois est simplement aciérée et se fait de plusieurs formes : la mèche à cuillère, la mèche à trois pointes dite anglaise, la mèche torse dite styrie. la mèche américaine faite en spirale.

La mèche à métaux, appelée aussi *foret*, est complètement en acier.

Il y a la mèche ordinaire à langue d'aspic représentée par notre figure 29 ; la mèche à mouche et la mèche à téton.

Crochet rossignol. — Trousseau de divers crochets et outils en forme de panneton de clef, servant à ouvrir les serrures (fig. 30).

Equerre. — Instrument de bois ou de métal qui sert à élever des perpendiculaires, à tracer et à vérifier des angles droits (fig. 31).

Porte-foret ou boite a foret. — La boîte à foret (fig. 33) se compose d'une tige terminée d'un bout par une pointe aciérée servant de pivot et s'appuyant sur la *conscience* ; l'autre extrémité est évidée d'un trou carré dans lequel s'adapte le *foret* ; dans la longueur de la tige est une bobine en bois dur ou en fer, portant deux rebords, et sur laquelle s'enroule la corde de l'*archet*, qui reçoit un mouvement de va-et-vient et imprime à la bobine et au *foret* un mouvement de rotation.

Archet ou arçon. — Outil qui sert à donner le mouvement à un *foret*.

C'est une tige d'acier très flexible ayant l'une de ses extrémités terminée en crochet, l'autre munie d'un manche (fig. 34). Une corde à boyau va du crochet au manche ; elle s'enroule autour de la boîte du foret pour le faire tourner.

Conscience. — Terme de serrurerie qui sert à désigner une pièce de fer, ou en bois garnie de fer (fig. 35), que l'on pose sur la poitrine pour soutenir et pousser le foret pendant qu'on le fait tourner avec l'archet.

Scie a métaux. — Lame d'acier taillée comme la scie du menuisier ; mais les dents restent droites et n'ont pas, comme cette dernière, ce que l'on appelle la voie.

Elle est fixée dans une monture en fer, courbée avec tige et écrou à oreilles (fig. 36).

Pour s'en servir, il faut avoir soin, au préalable, de bien faire tendre la lame.

Enclume a deux bigornes. — Masse de fer aciéré, sur laquelle les serruriers forgent les métaux.

On distingue dans une *enclume* (fig. 37) : le *corps*, la *table* et les *bigornes*.

La surface sur laquelle on bat les métaux devant être lisse et dure, on fait la table, ou milieu de l'*enclume*, en acier soudé sur le corps ; cette surface a généralement la forme d'un rectangle ; les bigornes, ou extrémités, ont, l'une, la forme d'un cône, l'autre, d'une pyramide quadrangulaire, pour que l'ouvrier puisse façonner diverses pièces. Un trou

percé près du bord de la table est destiné à recevoir les outils propres à couper ou étamper le fer.

Les *enclumes* sont placées près de la forge et fixées sur des chabottes ou forts billots de bois, ou bien dans des massifs.

Ces outils pèsent jusqu'à 350 kilogrammes.

Tas carré a queue. — Les serruriers appellent ainsi une enclume carrée, sans talon ni bigornes (fig. 38), ou une enclume dont la table a différentes formes pour embouter et relever le fer en barre.

Tenailles. — Outil composé de deux branches réunies ensemble par un clou rivé formant un axe autour duquel ces branches sont mobiles (fig. 39). Les mâchoires ou mors sont en acier et servent à retenir ou arracher.

Ciseau. — Le serrurier emploie plusieurs sortes de ciseaux parmi lesquels on compte : les *ciseaux* pour couper le fer à chaud, appelés *ciseaux à chaud* (fig. 40) et les *ciseaux à froid* qui sont : le *burin*, le *bec-d'âne*, sorte de burin très acéré qui sert à refendre les clefs et à faire les cannelures et les mortaises ; les *ciseaux à ferrer* (fig. 24), dont les uns sont à lame plate et large et les autres taillés en bec-d'âne. (Voir ce mot.)

Il y a aussi un outil servant à couper le fer, soit à froid, soit à chaud, appelé tranche ; cet outil porte un manche comme les marteaux.

Marteau. — Outil de percussion qui se compose d'une masse de fer aciéré et d'un long manche en bois.

Les marteaux du serrurier diffèrent entre eux par les dimensions : les plus gros sont les *marteaux à devant*, dits aussi *gros marteaux*, employés par le frappeur à la forge ; viennent ensuite les *marteaux à main*, ou *marteaux* du forgeron, et les *rivoirs*, ou *marteaux* d'établi de même forme que les précédents, mais plus petits.

On distingue encore dans les outils de forge :

1° Les *chasses*. La *chasse carrée* est un outil à deux têtes dont les sections sont l'une carrée, l'autre polygonale ; la première seule est aciérée. Cet outil sert par exemple à faire un épaulement à l'extrémité d'une barre de fer.

La *chasse* à parer, semblable à la précédente, mais dont la section aciérée est beaucoup plus grande, sert à parer, c'est-à-dire à bien unir et dresser une pièce forgée.

Les *dégorgeoirs* sont des outils qui servent à faire à chaud des épaulements arrondis, des congés, des amorces. Ils sont faits dans le même genre que les *chasses*, mais sont arrondis et sont de différentes grandeurs. Les *tranches* en forme de *merlin* sont aciérées et affûtées.

Sac de ville. — Valise dans laquelle l'ouvrier porte ses outils.

Le sac du serrurier (fig. 42) est en cuir fort avec bretelle pour le porter sur l'épaule. A l'intérieur existe une poche dans laquelle on met les petits outils, principalement les ciseaux à bois dont le taillant est fragile et pourrait s'abîmer au contact des autres outils.

Masse. — Nom que l'on donne à des outils de percussion employés dans divers corps

d'état. Notre figure 43 représente celle du serrurier, dite *marteau à devant à panne en travers*.

Clef anglaise. — On donne ce nom à des outils en fer qui servent à visser et à dévisser les écrous.

La clef (fig. 44) dite *clef anglaise*, peut servir pour les écrous de toutes dimensions. Cet outil est formé d'une tige à l'extrémité de laquelle sont placés, à angle droit, deux talons, appelés *mors* ou *mâchoires*, dont l'un est fixe et l'autre mobile ; ce dernier est manœuvré par une vis placée dans le manche.

PLANCHE II

CHAINAGES

On entend par *chaînages* les divers systèmes employés pour empêcher l'écartement des murs d'une construction.

Les Grecs et les Romains reliaient entre elles les assises de pierre de taille, au moyen de goujons de fer, de bronze ou de bois ; les blocs d'une même assise étaient réunis par des crampons ou par des agrafes en queue d'aronde (voir au chapitre Maçonnerie, *Linteau en pierre*, pl. IX).

Les chaînages en fer furent employés à partir du XIIe siècle. Un système à double rang de crampons relie, entre elles, les pierres composant la corniche de couronnement du chœur de la cathédrale de Paris. La Sainte-Chapelle du Palais, dans la même ville, offre l'exemple d'un *chaînage* formé de crampons s'agrafant les uns dans les autres et formant une suite continue (fig. 1, pl. II).

Plus tard, les architectes employèrent les barres de fer plat noyées entre les lits des assises et scellées avec du plomb. Au XVe siècle, on plaça souvent les chaînes libres le long des murs, au-dessus des voûtes, suivant la longueur et la largeur ; ces barres étaient, en général, réunies, à leurs extrémités, par un assemblage à boucle et à double coin, dont on se sert encore aujourd'hui, mais en l'établissant en fer méplat ; on lui donne le nom d'*assemblage à moufle* (fig. 2, pl. II).

Aujourd'hui, on emploie, dans les constructions, des *chaînages* composés de barres de fer méplat, reliées entre elles par divers assemblages. On a reconnu, par l'expérience, que les fers méplats sont, à section égale, beaucoup plus forts que les fers carrés. Cet avantage vient de ce que, pour un même volume, le fer méplat a plus de surface périmétrique. Quand on le forge, c'est la surface externe qui reçoit la plus forte impression du marteau : cette opération allonge le métal en filaments, qu'on appelle nerfs, ce qui lui procure une force beaucoup plus grande que celle du fer à gros grains sortant des filières ou des laminoirs. Mais l'action des plus forts marteaux ne s'exerçant pas à une distance de plus de $0^m,0045$ de la surface, il en résulte que le milieu d'une barre de fer qui a plus de deux fois $0^m,0045$, c'est-à-dire $0^m,009$ d'épaisseur, n'acquiert pas de force par le martelage ; on est donc conduit à donner aux fers la section méplate comme plus avantageuse, au point de vue de la résistance, que la section carrée.

Les procédés actuellement employés sont : l'assemblage à charnière et à clavette (fig. 3, pl. II) ; l'assemblage à charnière avec boulon à vis (fig. 4, pl. II) ; l'assemblage dit à *talons* (fig. 5, pl. II).

On emploie encore les *chaînages* avec tirants en fer, soit pour relier entre eux les murs des hangars, des combles à grande portée, soit pour maintenir provisoirement la poussée des voûtes, dont les points d'appui sont soumis à des réparations.

Nous citerons, comme exemple, le système de *chaînage* provisoire qui servit à remplacer les étaiements nécessaires à la reprise en sous-œuvre des contreforts, dans la restauration du château de Saint-Germain (fig. 6, pl. II).

PLANCHE III
FICHES ET PAUMELLES

La fiche est une sorte de *charnière* ou de *gond* pourvu de deux ailes que l'on enfonce dans le bois comme des tenons, et qui servent à suspendre des vantaux de porte ou de croisée ; l'une des ailes est mortaisée dans le bâti dormant, l'autre dans le châssis mobile qui tourne autour de l'axe déterminé par cette position de la ferrure.

Les *paumelles doubles* ont deux branches semblables et servent spécialement à la ferrure des portes, des croisées, des châssis, etc.

Notre planche III représente, à moitié d'exécution, différents types de fiches et de paumelles :

La figure 1 représente la paumelle en fer petit col ;

La figure 2, la fiche ordinaire ;

La figure 3, la fiche à bouton ou à broche ;

La figure 4, la paumelle en fer, fonctionnant à gauche ;

La figure 5, la paumelle en fer à trois lames ;

La figure 6, la paumelle en fer avec ornements se démontant par le décor.

PLANCHE IV
BOULONS ET RIVETS

Le *boulon* est une tige de fer ronde ou prismatique qui porte, d'un bout, un arrêt fixe, de l'autre, un arrêt mobile, et sert à relier fortement entre elles des pièces de bois ou de métal.

L'arrêt fixe est la tête du *boulon* qui est ronde, carrée ou hexagonale ; l'arrêt mobile est une clavette ou une goupille, qui s'engage dans une mortaise ou œil pratiqué sur la tige ; mais, plus généralement, c'est un écrou qui se visse dans un bout fileté et qui adopte la forme carrée ou à pans.

Les *boulons* à clavette étaient surtout employés avant le XVIIe siècle ; on s'en sert particulièrement, aujourd'hui, pour la fermeture des volets de boutique.

Quelquefois, les *boulons* sont sans tête et garnis, de part et d'autre, de clavettes ou

d'écrous. Le corps du *boulon* peut être cylindrique ; on le fait souvent carré ou polygonal, pour l'empêcher de tourner pendant que l'on visse l'écrou ; il est quelquefois carré sur une partie de sa longueur et rond sur l'autre partie.

Quand les pièces réunies sont en bois, on interpose, entre le bois et l'écrou, une rondelle de forte tôle, afin de préserver le bois des déchirures que le serrage y produirait.

Les différents exemples de *boulons* que nous donnons sur notre planche IV représentent : le *boulon* généralement employé dans la charpente en fer (fig. 1) ; le *boulon* employé dans la charpente en bois (fig. 3) ; le *boulon* également employé dans la charpente en bois, mais dont le serrage se fait sur du fer (fig. 2) ; le *boulon* pour pentures (fig. 4) ; le *boulon* dit *tirefond* et se serrant sur du fer (fig. 5) ; le *boulon* dit également *tirefond*, mais se serrant sur du bois (fig. 6).

On appelle *boulons d'écartement* ceux qui sont employés dans la construction des escaliers ; ce sont des tringles de fer rond qui traversent les limons, au-dessous des marches, et sont arrêtées, de chaque côté, par des écrous entaillés sur le bois, ou par un écrou, d'un côté, et une clavette, de l'autre.

Les proportions à donner aux *boulons* dépendent de la nature des efforts auxquels ils doivent résister. Ainsi, ces attaches sont tirées dans le sens de leur longueur ou bien elles sont soumises à une tension ou à une pression s'exerçant normalement à leur axe. Dans le premier cas, on fait en sorte que le *boulon* n'ait pas à subir une force de traction supérieure à 3 kilos par millimètre carré de section ; les filets de la vis sont en saillie sur le noyau du dixième du diamètre, et leur pas est double à leur saillie ; l'épaisseur de l'écrou et celle de la tête des *boulons* sont égales au diamètre des filets, c'est-à-dire à celle du noyau plus 1/5. Dans le cas où l'effort exercé est transversal, c'est-à-dire quand la rupture tend à se produire par *glissement* ou *cisaillement*, on limite l'action transmise aux 4/5 de la résistance à la traction, qui est fixée en général à 7 kilos par millimètre carré, ce qui fait 5 kilos 60 ou, pour plus de sécurité, 5 kilos par millimètre carré.

Le tableau ci-dessous donne les poids des boulons avec les dimensions et poids des écrous.

Diamètre extérieur du boulon	Poids d'un mètre linéaire du boulon	Coté des écrous carrés ou diamètre des cercles inscrits pour les écrous à six pans	Epaisseur des écrous (1)	POIDS DES ÉCROUS	
				carrés	à 6 pans
0m01	0k61	0m018	0m010	0k02	0k016
0.012	0 88	0.022	0.012	0.04	0.03
0.016	1.57	0.030	0.016	0.10	0.08
0.020	2.45	0.035	0 020	0 15	0.11
0.025	3.82	0.045	0.025	0.30	0.25
0.030	5.51	0.055	0.030	0.60	0.50
0.035	7.50	0 060	0 035	0.75	0.65
0.040	9.80	0.070	0.040	1.20	1.00
0.045	12.40	0.080	0.045	1.80	1.50
0.050	15.31	0.090	0 050	2.50	2.10

(1) L'épaisseur de l'écrou, comme l'épaisseur de la tête, est égale au diamètre extérieur du boulon.

On entend par *rivet* une broche en fer pourvue d'une tête semblable à celle d'un boulon et dont on refoule l'extrémité avec le marteau, après l'avoir fait rougir au feu.

Le *rivet* est introduit dans un trou calibré, préparé à cet effet dans les pièces à réunir, et, quand il est rabattu, il forme un clou à deux têtes qui ne peut plus sortir. Le refroidissement produit une contraction qui serre encore davantage les deux pièces l'une contre l'autre.

Les *rivets* qui servent, dans les poutres en fer ou les charpentes métalliques, à assembler les feuilles de tôle entre elles ou avec des cornières, reçoivent différents noms suivant la forme qu'on donne à leur tête (pl. IV) : le n° 7 est le type ordinaire ; le n° 8, le type spécial employé dans le cas où la pièce rivée repose sur une surface plane ; les n°s 9 et 10 sont des types spéciaux employés dans le cas où la saillie des *rivets* est gênante ; le n° 11 — type spécial employé dans le cas du type n° 7, mais plus ornemental ; le type n° 12 est employé dans le même cas que le type n° 8.

Jusqu'à 8$^{m}/^{m}$ on rive à froid ; au-dessus de cette dimension on rive à chaud.

Notre figure 13, planche IV, représente la coupe et la face de l'éclissage Bouchacourt.

On donne le nom d'*éclisses* à des lames de fer formant un système d'attache employé à la consolidation des joints dans les rails de chemins de fer. Ces lames sont jumelles et placées de chaque côté de l'âme des rails, s'appuyant sur les champignons, haut et bas, et serrées par trois ou quatre boulons.

PLANCHE V

GONDS ET PENTURES

Le *gond* est une pièce de fer sur laquelle pivote un vantail de porte ou de croisée. A cet effet, le *gond* est fixé dans les jambages et porte un mamelon ou goujon qui entre dans l'œil d'une paumelle, d'une penture ou d'une ferrure analogue, pour permettre le mouvement du battant mobile : ces pièces ne s'appliquent qu'aux fortes portes ; les autres ne se ferrent qu'avec des fiches,

D'après la manière dont les *gonds* sont fixés dans la maçonnerie ou dans le bois, on distingue :

Le *gond à scellement* (fig. 1) dont la tige, fendue à son extrémité, forme deux crochets qui se scellent dans la maçonnerie ;

Le *gond à pointe* (fig. 2) dont la tige est pointue et s'enfonce à coups de masse, dans la maçonnerie tendre ou les gros poteaux de cloisons ;

Le *gond à pattes* (fig. 3) dont la tige est aplatie pour être vissée sur les huisseries en bois.

Le *pivot* est une pièce de métal supportant un poids qui doit se mouvoir autour de l'axe de cette pièce. On emploie les *pivots* à la ferrure des portes charretières ; ils tournent ordinairement dans une *crapaudine* ou masse métallique, fixée dans le sol et percée, en son milieu, d'un trou dans lequel entre le *pivot*.

Nous donnons, figure 4, un *pivot* avec sa *crapaudine*.

La *penture* est une pièce de fer qui compte parmi les ferrements d'une porte et qui se compose d'une *branche* ou bande de fer méplat et d'un *œil* ou *nœud* pivotant sur un gond ; cet œil est rapporté et soudé ou simplement formé par la branche repliée à son extrémité ; la barre plate est percée de trous destinés à recevoir des vis ou des clous qui la fixent sur

la porte. Cette ferrure sert en même temps à faire mouvoir le vantail et à consolider la jonction des planches qui le composent.

La *penture ordinaire*, reproduite par notre figure 5, sert pour les portes de cave.

Nos figures 9 et 10 représentent des pentures employées généralement dans les portes d'églises ; elles sont quelquefois très compliquées et couvrent presque entièrement les bois des battants, auxquels elles sont fixées par des clous à tête saillante.

La figure 6 représente une paumelle double à équerre, la figure 7 une équerre à pivot et la figure 8 une équerre double avec fiche.

PLANCHE VI

ANCRES

L'ancre est une barre de fer qu'on fait passer dans l'œil d'un tirant et qui sert à empêcher l'écartement des murs, la poussée des voûtes, le déversement d'une cheminée.

L'ancre est apparente ou noyée dans l'épaisseur du mur. Si elle est apparente, on lui donne diverses formes, telles que celle d'un I (fig. 1), d'un Y (fig. 2), d'un M (fig. 3) et de rinceaux (fig. 4, 5 et 6).

PLANCHES VII et VIII

GRILLES

On entend par *grille* une clôture à jour composée de pièces de bois, de fer ou de fonte, assemblées entre elles.

Les *grilles* ordinaires que l'on exécute aujourd'hui, sont formées de barreaux à section circulaire ou carrée de $0^m,025$ à $0^m,035$ de largeur, et maintenus, haut et bas, par un ou deux cours de traverses.

Ces barreaux ou montants peuvent être très simples, en pointe, ou décorés de bases et de chapiteaux en fonte ou en bronze, et couronnés de fers de lances, de fleurons ou d'autres ornements.

Les *grilles* sont composées de trouées, comprises entre des points d'appui qui sont des pilastres en pierre, des colonnes en fonte creuse, ou des montants plus forts que les autres, consolidés par des *arcs-boutants*.

Nous avons réuni, sur nos planches VII et VIII, différents ensembles de *grilles* ainsi que les assemblages usités aujourd'hui.

La figure I, planche VII, donne une *grille* composée de barres verticales et dont les intervalles doivent avoir au plus $0^m,14$.

La figure II représente une *grille* composée de barres verticales et de brindilles. Dans ce cas, il faut augmenter l'écartement des barres, sans quoi les brindilles n'auraient aucune raison d'être et produiraient mauvais effet.

La figure III montre une *grille* dont les montants ont un écartement plus important ; alors, les fers intermédiaires doivent être assez forts et être disposés de façon à maintenir

l'écartement des châssis rectangulaires, formés par les traverses et les montants. A la rencontre des barreaux et des traverses, celles-ci forment des renflements d'aspects variés, suivant la section et la position des montants.

La figure IV représente un barreau carré passant dans un renflement de même forme.

Les figures V et VI indiquent : 1° la manière de fixer, en D, des traverses sur des montants ; 2° en E, l'assemblage de barres verticales sur les traverses ou sommiers.

La figure VII montre ce que l'industrie fournit pour les fers en barres à sections rectangulaires (carrées et barlongues), A et B, ou en tiges à section cylindrique C de différentes épaisseurs.

La figure VIII donne l'assemblage des barreaux rectangulaires ou cylindriques, dans les traverses à trous renflés.

La figure IX donne un assemblage à équerres soudées.

Dans notre planche VIII nous donnons : figure I, un ensemble de *grille* composée de brindilles entre fers rectangulaires ; figure II, un autre ensemble de *grille* composée de brindilles entre fers ronds verticaux.

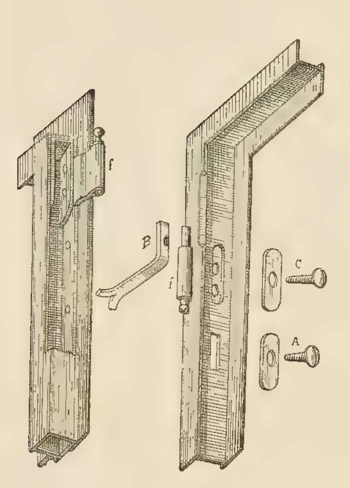
Comme détails :

1° La figure III donne un fer carré recoupé en deux ; 2° la figure IV, un fer carré fendu en cinq parties ; 3° la figure V, des brindilles à branches soudées ; 4° la figure VI, un fer rond fendu en trois parties ; 5° la figure VII, l'assemblage de brindiles rivées ; 6° la figure VIII, l'assemblage à équerres prises au dépend de la traverse refendue ; 7° la figure IX, le détail A représenté dans la figure II ; 8° la figure X représente une feuille obtenue à l'extrémité d'une brindille par l'aplatissement du fer.

Les documents que nous représentons sur nos planches VII et VIII ont été tirés d'un modèle fait par M. de Baudot, pour l'École spéciale d'architecture.

PLANCHE IX

CROISÉE



La croisée que nous donnons ici est un système de fermeture inventé par M. Dumas, serrurier.

Nous reproduisons le plan, la coupe, l'élévation intérieure ainsi que tous les détails nécessaires pour faire comprendre la construction de cette croisée.

Afin de compléter ces détails, nous ajouterons à notre planche la figure ci-jointe indiquant la façon dont le dormant est arrêté dans la maçonnerie, et qui a pour but d'éviter la déformation produite dans les châssis des baies, quand il y a un tassement dans le gros œuvre ; à cet effet, le dormant est retenu simplement, de chaque côté de la baie, au moyen d'une vis A qui le serre contre la tige d'une patte à scellement B, une petite plaque de recrouvrement se trouvant inter-

posée entre la tête de la vis et la patte de scellement ; le dormant peut alors glisser entre les scellements, dont la tige en équerre se prête à ce jeu, dans la longueur de 2 à 3 centimètres et permet ensuite d'effectuer de nouveau le serrage. Le châssis ouvrant peut également monter et descendre dans le dormant ; en effet, ce dernier possède une seconde section longitudinale, faite au-dessus de la première, à l'extérieur de laquelle s'applique la fiche *f*, qui pénètre elle-même dans une rainure ménagée sur la face du dormant et dans laquelle cette fiche trouve un jeu de 2 à 3 centimètres ; une vis taraudée *c* la fixe au dormant.

La seconde partie de la fiche venant se poser sur la première, la partie ouvrante du châssis peut se lever ou s'abaisser de 2 à 3 centimètres, comme la lame elle-même de la fiche. Un jeu, ménagé entre les feuillures du haut et du bas, permet à ce mouvement, du châssis mobile, de s'effectuer sans inconvénient.

PLANCHE X

GRILLES DE FENÊTRES

Dans la construction des grilles, on adopte généralement aujourd'hui pour les traverses des fers de section rectangulaire qui sont percés avec ou sans trous renflés pour le passage des barreaux verticaux. Nous sommes loin de condamner cet emploi, surtout lorsqu'il s'agit de grilles puissantes et devant présenter une grande résistance ; mais dans bien des cas, et notamment pour des grilles de fenêtres dont les traverses sont scellées à leurs extrémités dans la pierre des tableaux et n'ont jamais une grande portée, il nous semble qu'on pourrait tirer un bon parti de l'emploi de fers plats utilisés comme moises.

Quoi qu'il en soit, nous avons réuni, sur notre planche X, diverses indications qui montrent le genre de résultats qu'on peut obtenir et dont les avantages sont réels, en ce sens que l'usage des moises permet d'employer moins de matière, rend les renflements d'une exécution plus facile et plus économique, et permet de travailler à part les barreaux qu'on réunit alors sans la moindre difficulté, quelle que soit la complication de leurs extrémités.

Quant à l'espace qui reste entre les moises dans l'intervalle des barreaux, il peut être rempli par des tôles découpées donnant un motif de décoration.

PLANCHE XI

MARQUISE

La marquise que nous donnons peut être employée le long d'un bâtiment, tel que des écuries, suivant une certaine étendue, est composée de fermes espacées irrégulièrement comme l'indique le plan d'ensemble sur notre planche XI. Chacune de ces fermes, dont la saillie en avant du mur est de $2^{m},60$, est accrochée à la maçonnerie à l'aide de deux scellements en queue de carpe et portant chacun un œil intérieur dans lequel est passée une barre de fer forgé de section carrée portant un renfort en fer plat. Sur ce renfort en P, sous la partie supérieure, est fixée une console de même section portant un retour

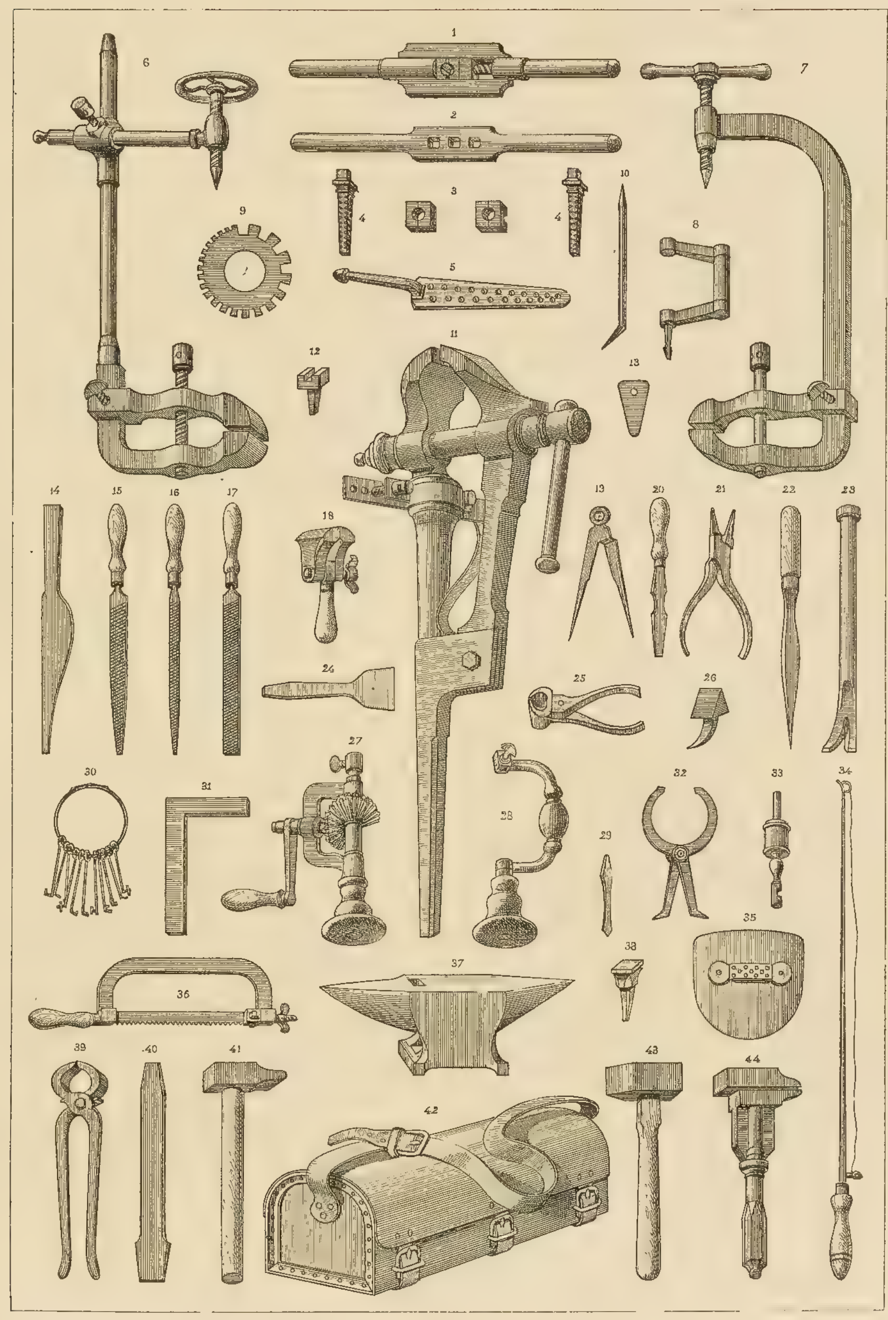
d'équerre fixant au même point l'arbalétrier en fer à double T et la panne de même forme, mais d'une section plus petite. Dans la partie inférieure, sur cette même barre de fer carré, est vissée la cornière C, formant lien et venant s'assembler vers le milieu de l'arbalétrier également au droit d'une des pannes ; enfin ce lien et l'arbalétrier sont rendus solidaires par une seconde cornière courbe G, qui empêche la déformation en ce point. Comme il est facile de s'en rendre compte, cette marquise est combinée d'une façon très ingénieuse pour exiger le moins de scellements possible et éviter l'effet désagréable que ceux-ci présentent habituellement lorsque, cela arrive trop souvent, ils n'ont pas été bien étudiés. Ainsi comprise, cette *marquise* ou *auvent* est bien indépendante de la maçonnerie et le fer peut se dilater à l'aise sans arracher les murs. Quant au mode d'assemblage des pièces entre elles, il est des plus simples, et l'idée d'avoir réuni les arbalétriers et les pannes au même lieu est très heureuse, en ce qu'elle assure bien plus sûrement et plus simplement la rigidité de l'ensemble. Entre les arbalétriers espacés, soit de $3^{m},28$, soit de $4^{m},32$, et sur les pannes portent des petits fers destinés à recevoir les vitres formant la couverture ; ces vitres sont assez rapprochées du nu du mur et placées sous un bandeau en pierre (non figuré sur la planche) qui empêche les eaux pluviales de pénétrer au-dessous de la marquise. Quant à la barre en fer carré qui reçoit tout l'ensemble d'une ferme, elle est retenue par un talon supérieur, forgé après l'introduction de la tige dans l'œil de la branche de scellement, et maintenue dans le bas par une goupille.

PLANCHE XII

BARRIÈRE EN FER

La barrière de passage à niveau que nous donnons est d'une combinaison très ingénieuse et basée uniquement sur l'emploi des fers de commerce.

Celle représentée planche XII est d'une longueur de 4 mètres sur $1^{m},20$ de hauteur, se développant sur des gonds. Les montants sont constitués chacun à l'aide de deux supports en fonte juxtaposés. Quant à la barrière, la partie véritablement intéressante, elle se compose d'un châssis formé d'une âme en tôle raidie par deux cornières (coupe AB). Aux angles sont des équerres rattachant le montant et la traverse, dont la rigidité est obtenue grâce à un treillis formé de cornières se rencontrant sur le plat ; dans la partie inférieure, ce treillis est doublé d'un second réseau en fer plat, dans le but de présenter un obstacle plus efficace.



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

OUTILS DU SERRURIER

I

II

III

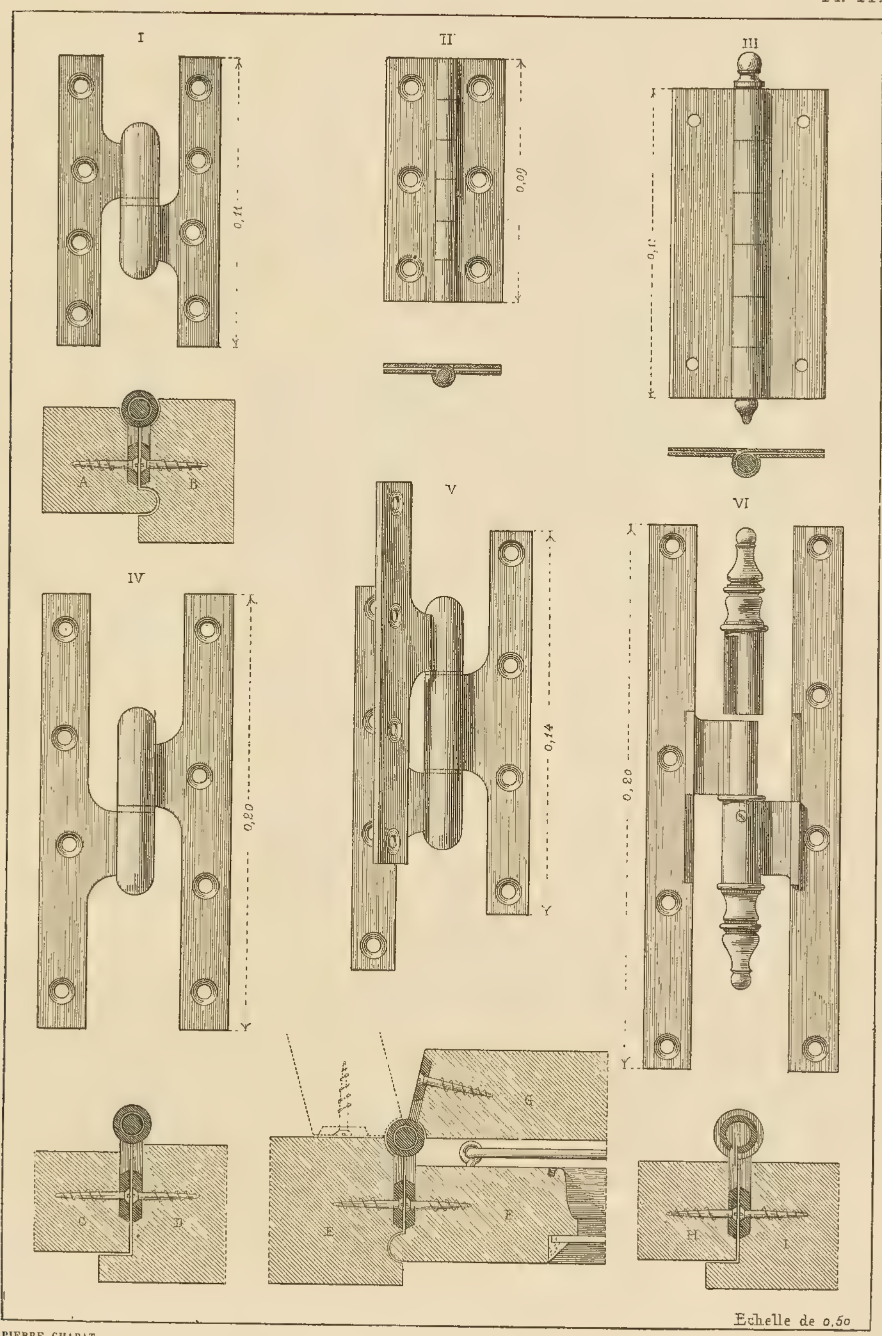
IV

V

VI

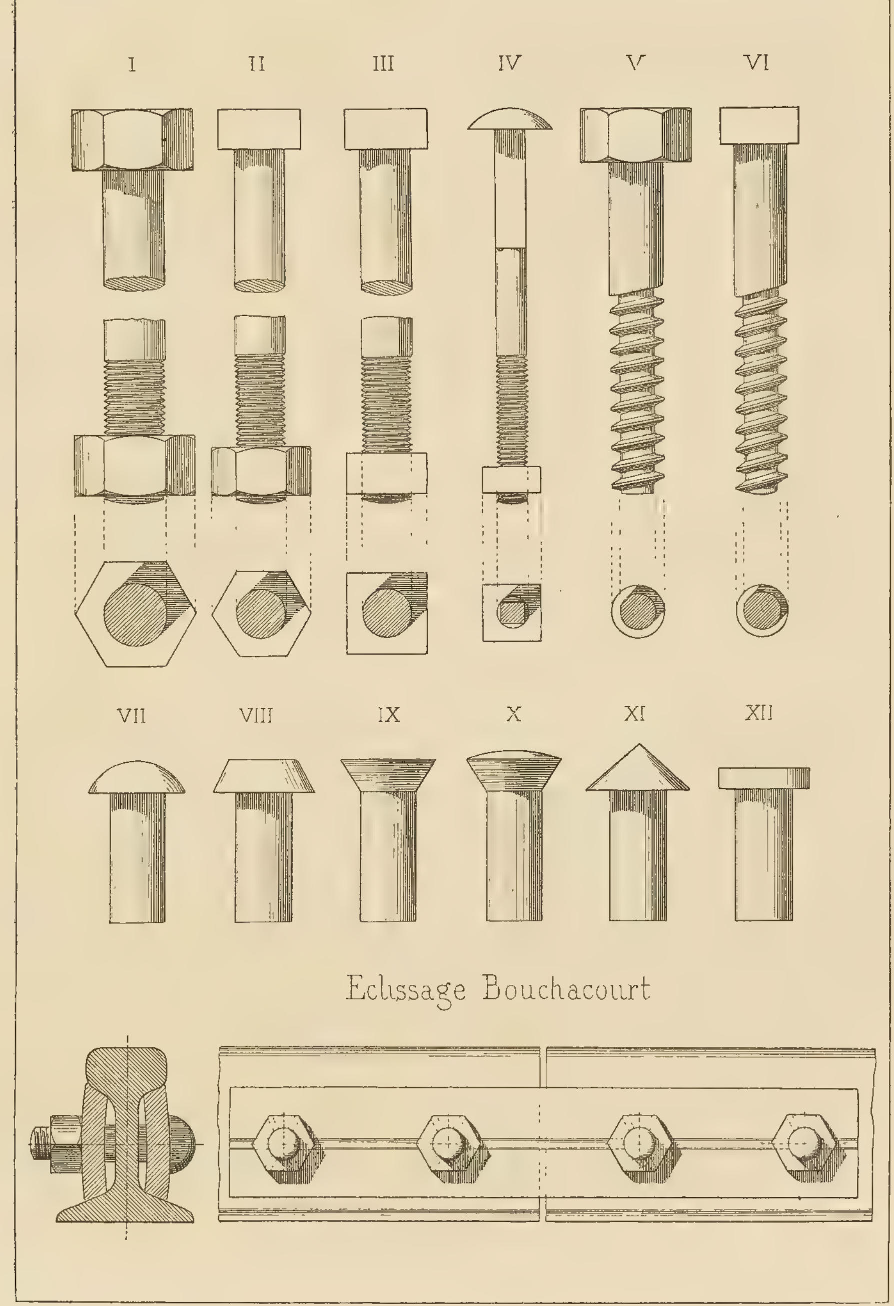
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CHAINAGES



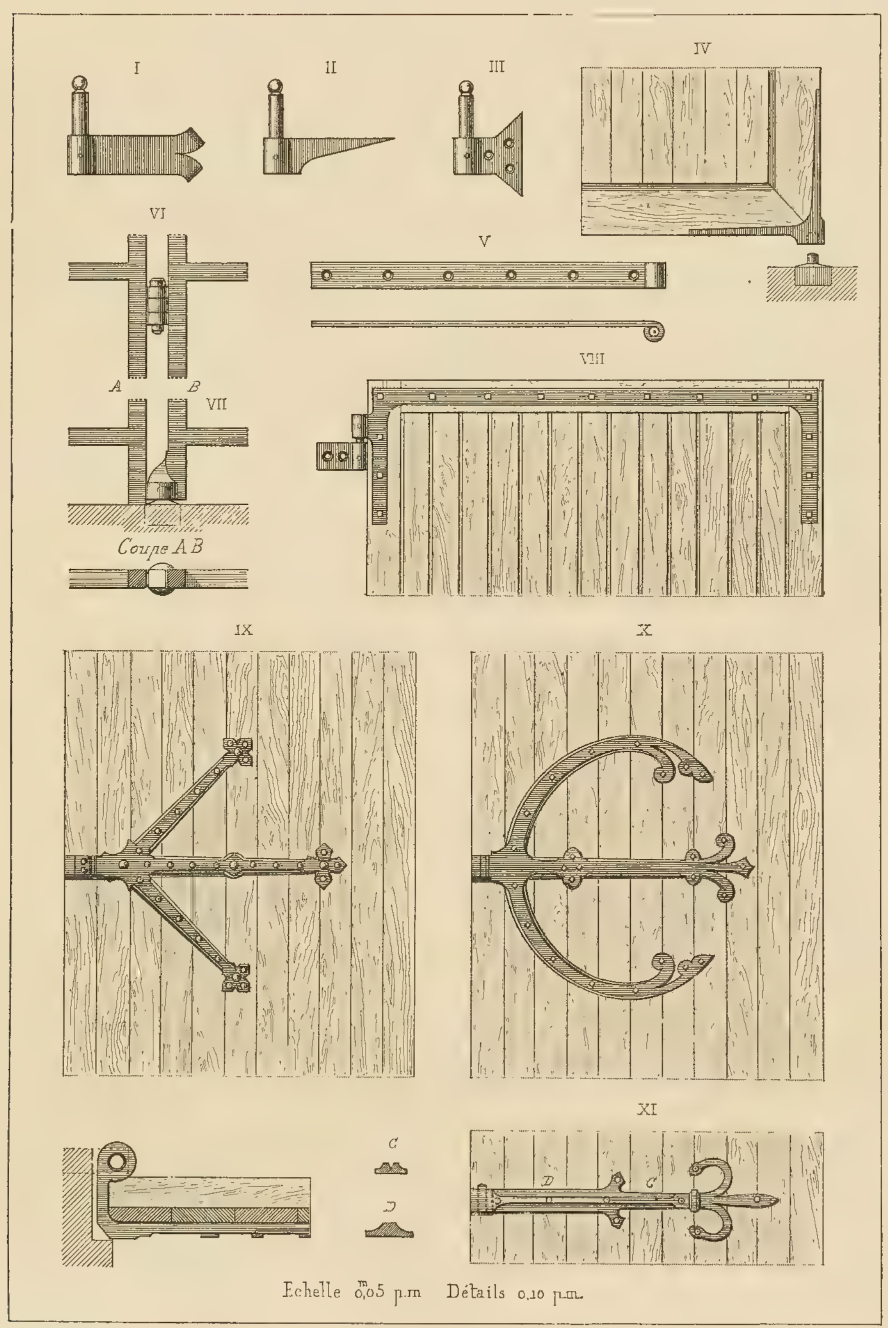
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

FICHES ET PAUMELLES



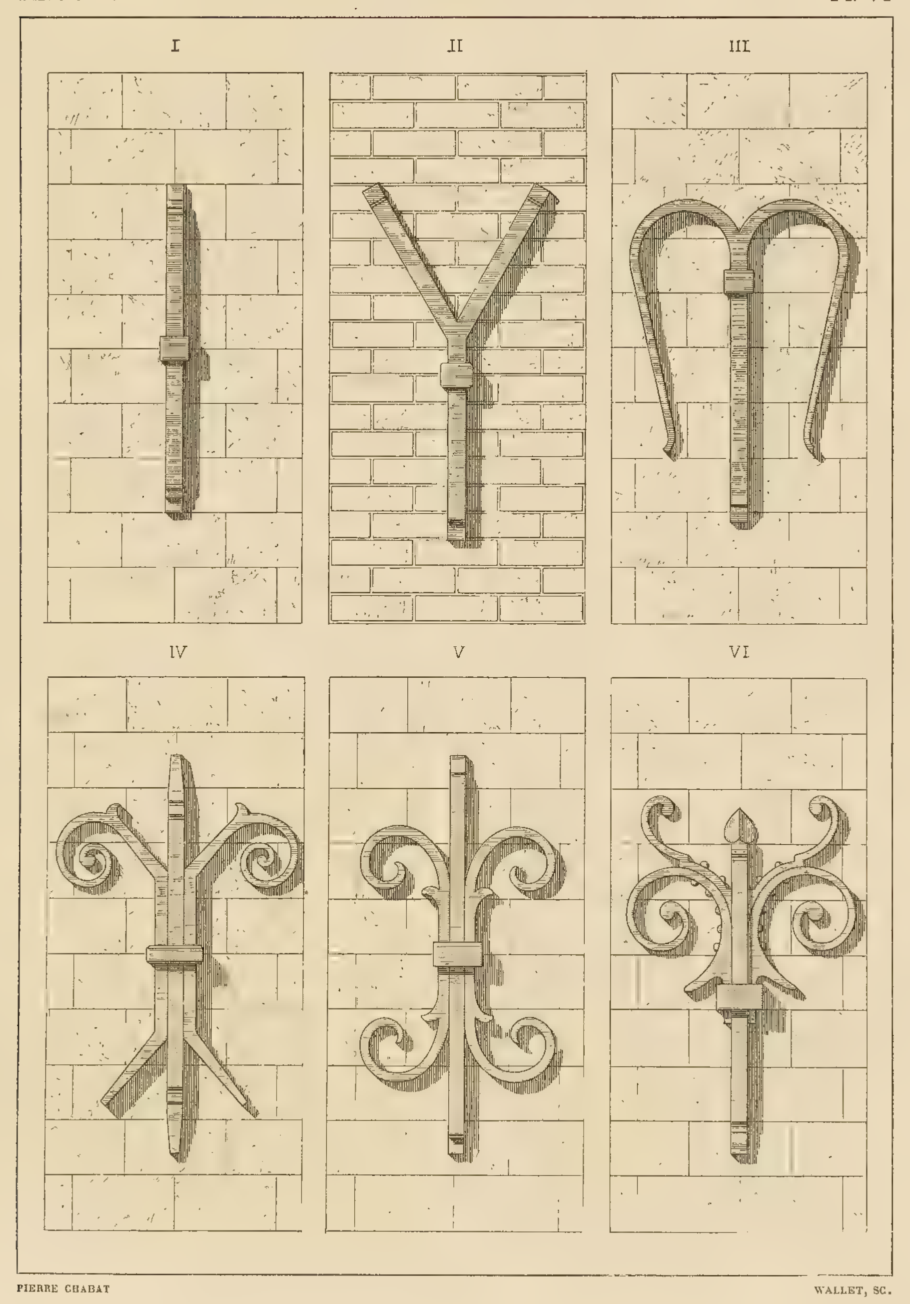
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

BOULONS ET RIVETS



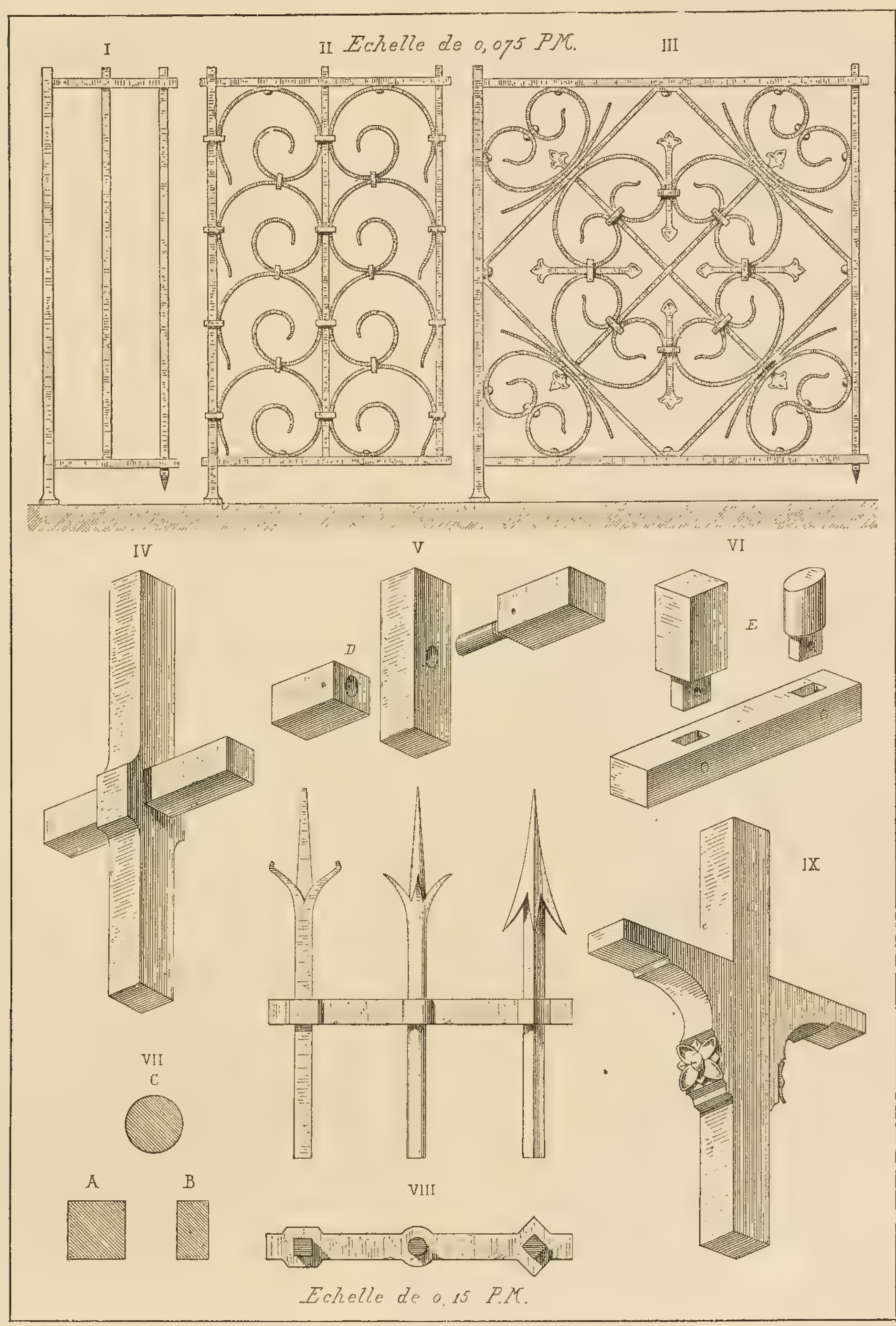
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

GONDS ET PENTURES



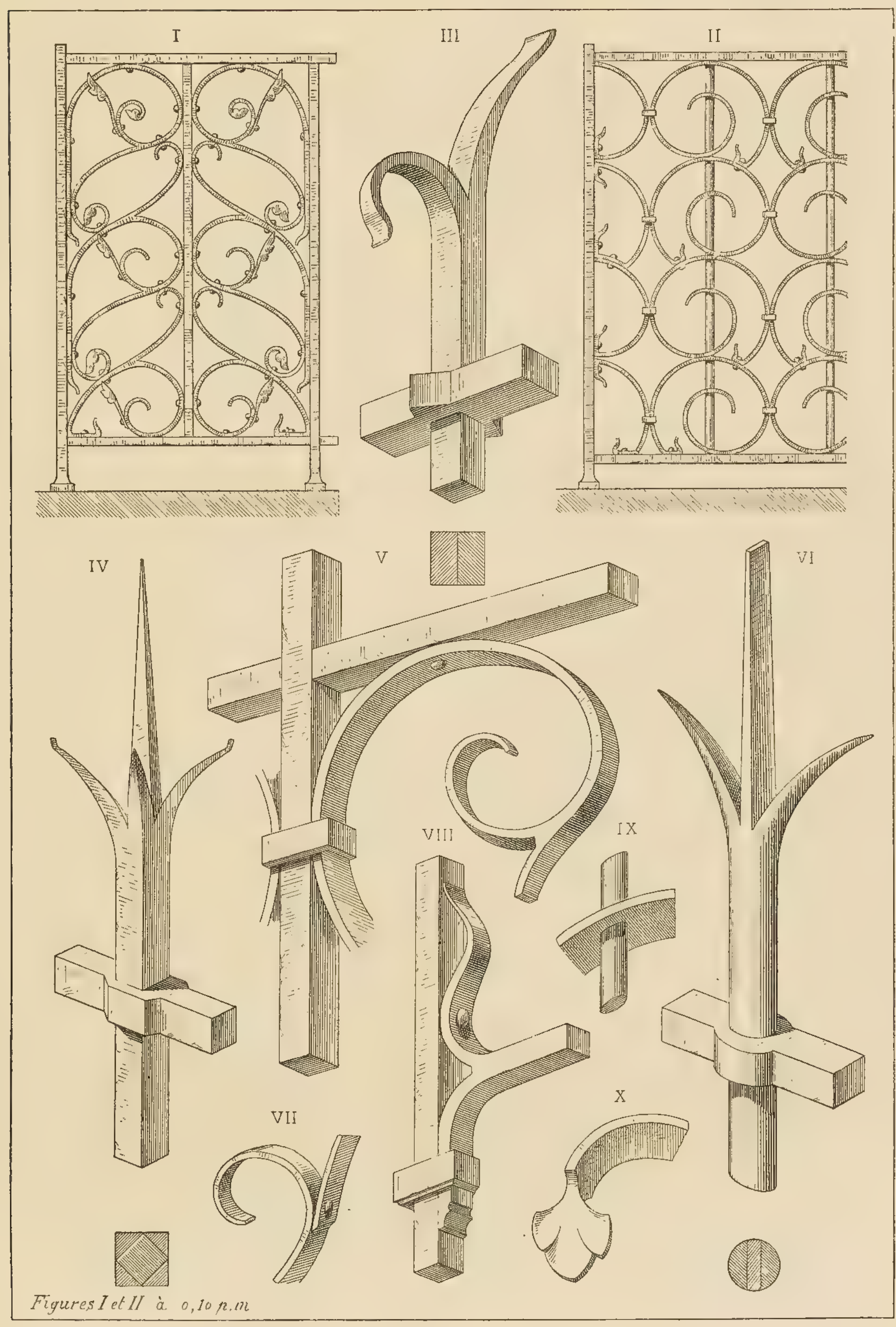
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ANCRES



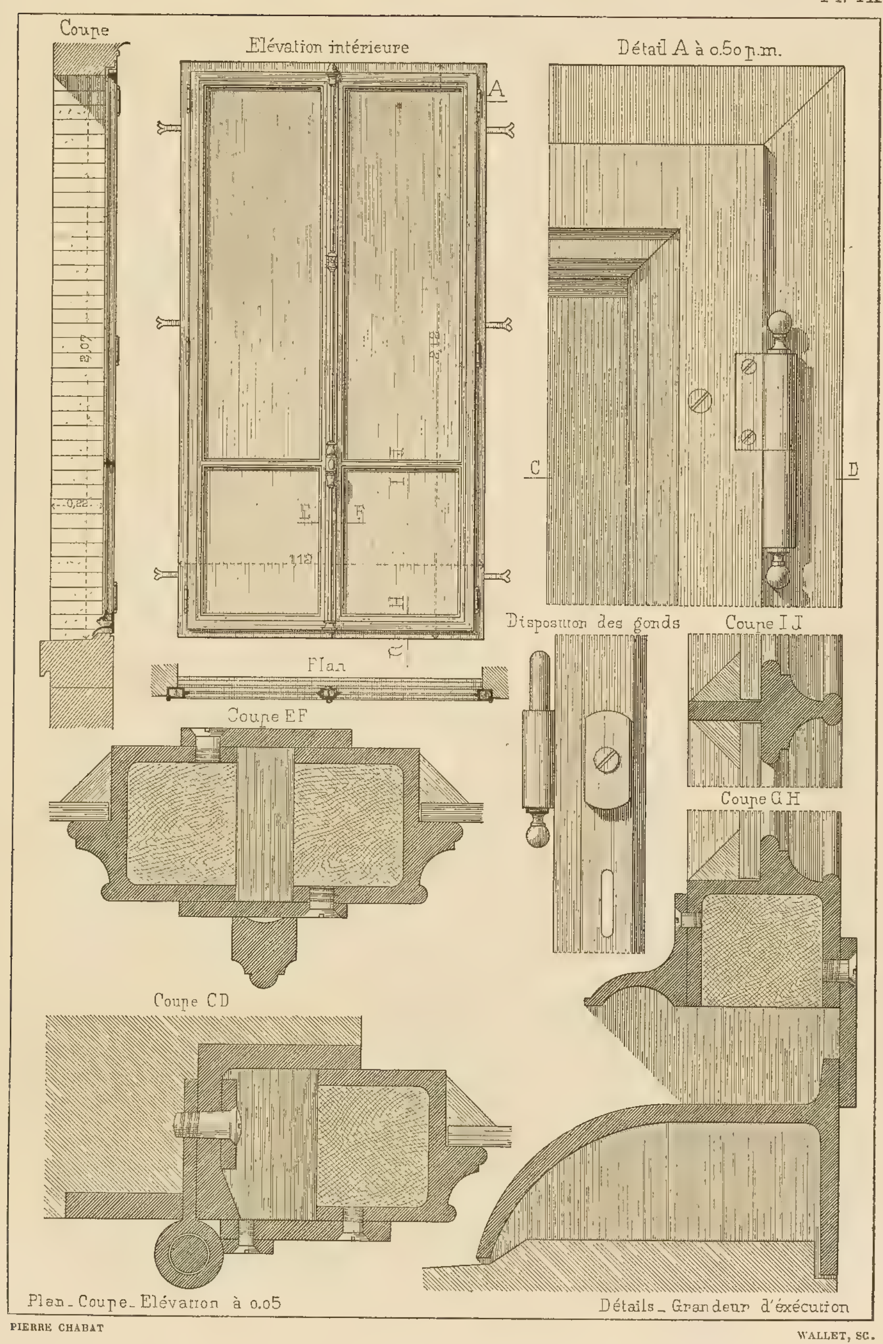
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

GRILLES



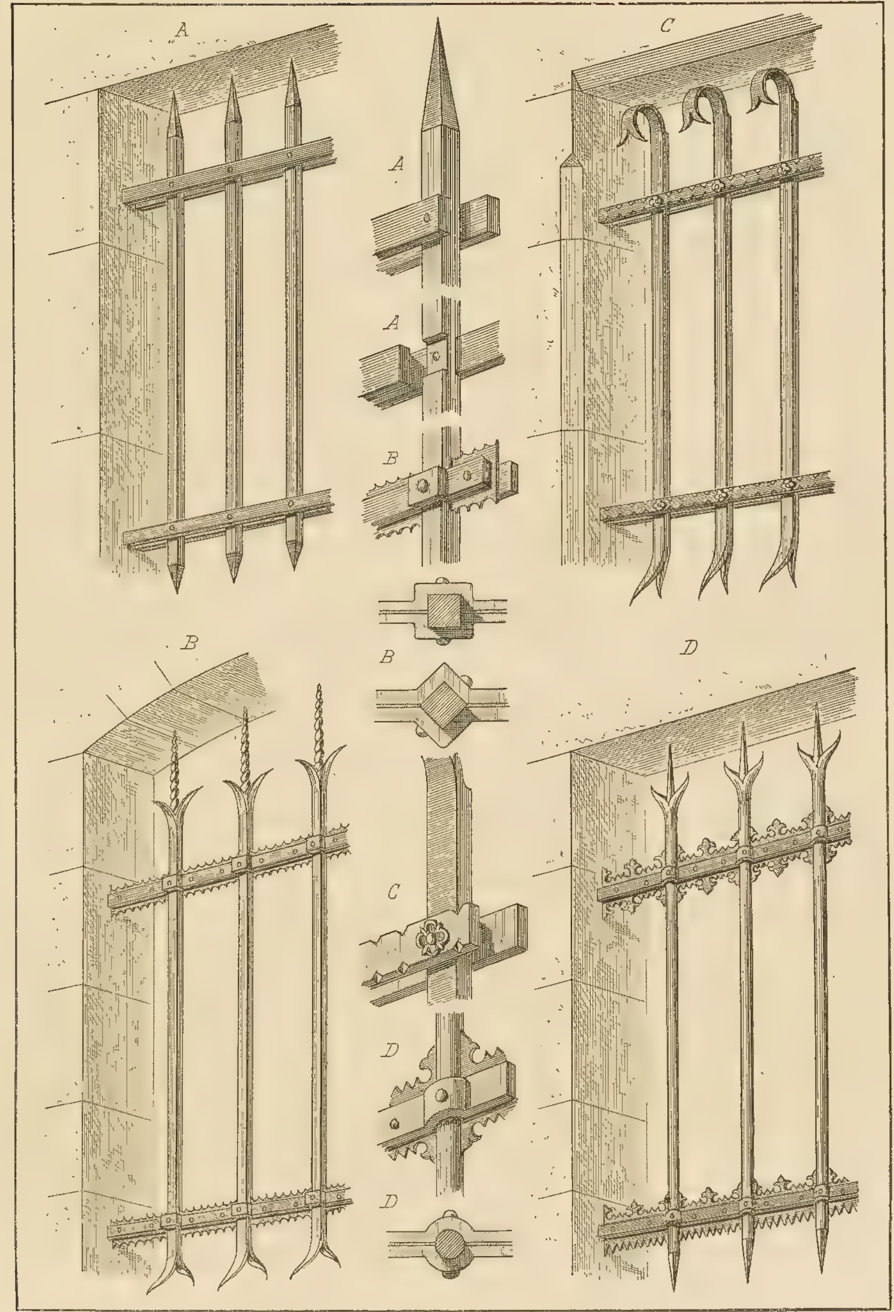
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

GRILLES



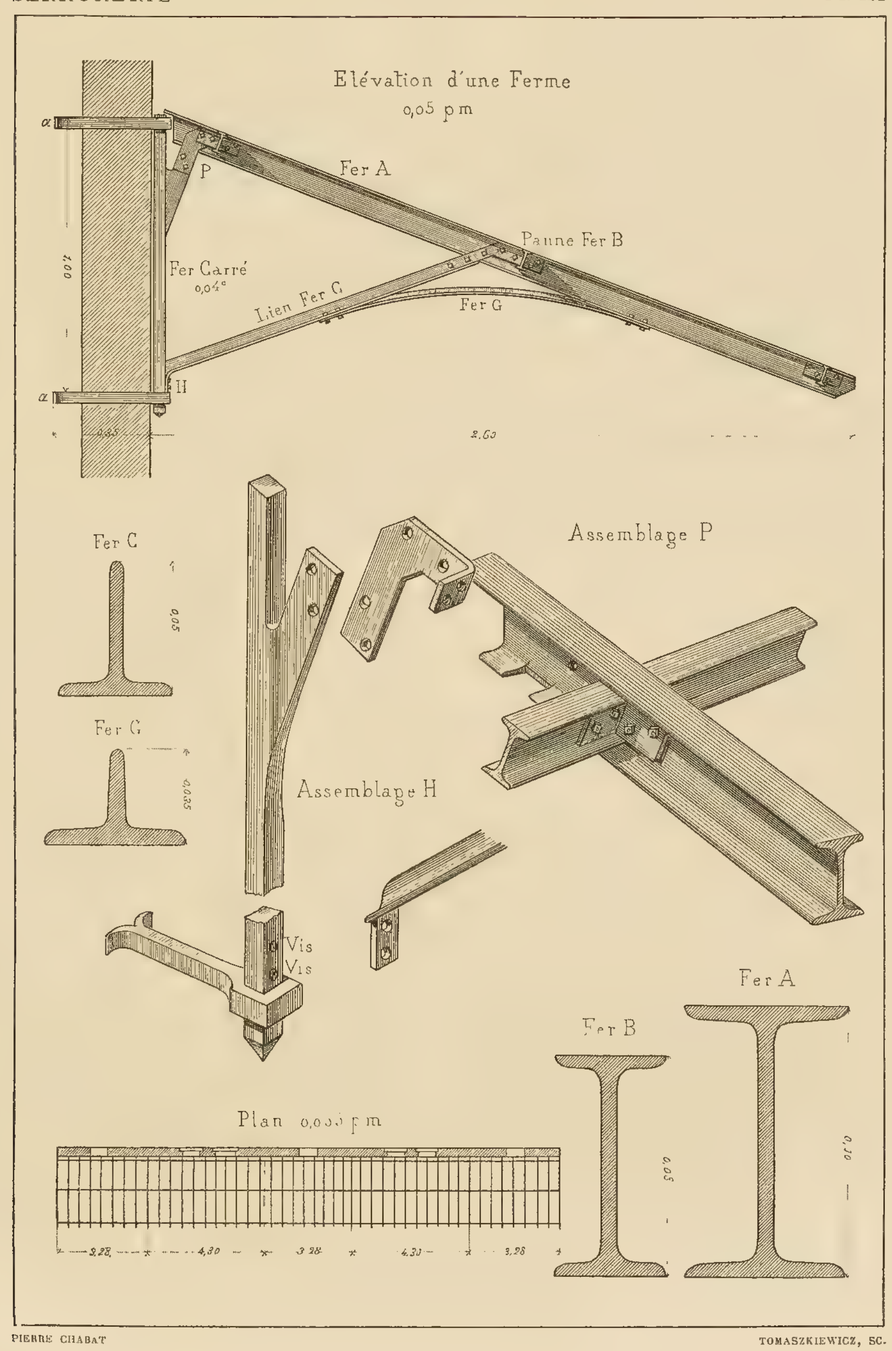
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CROISÉE



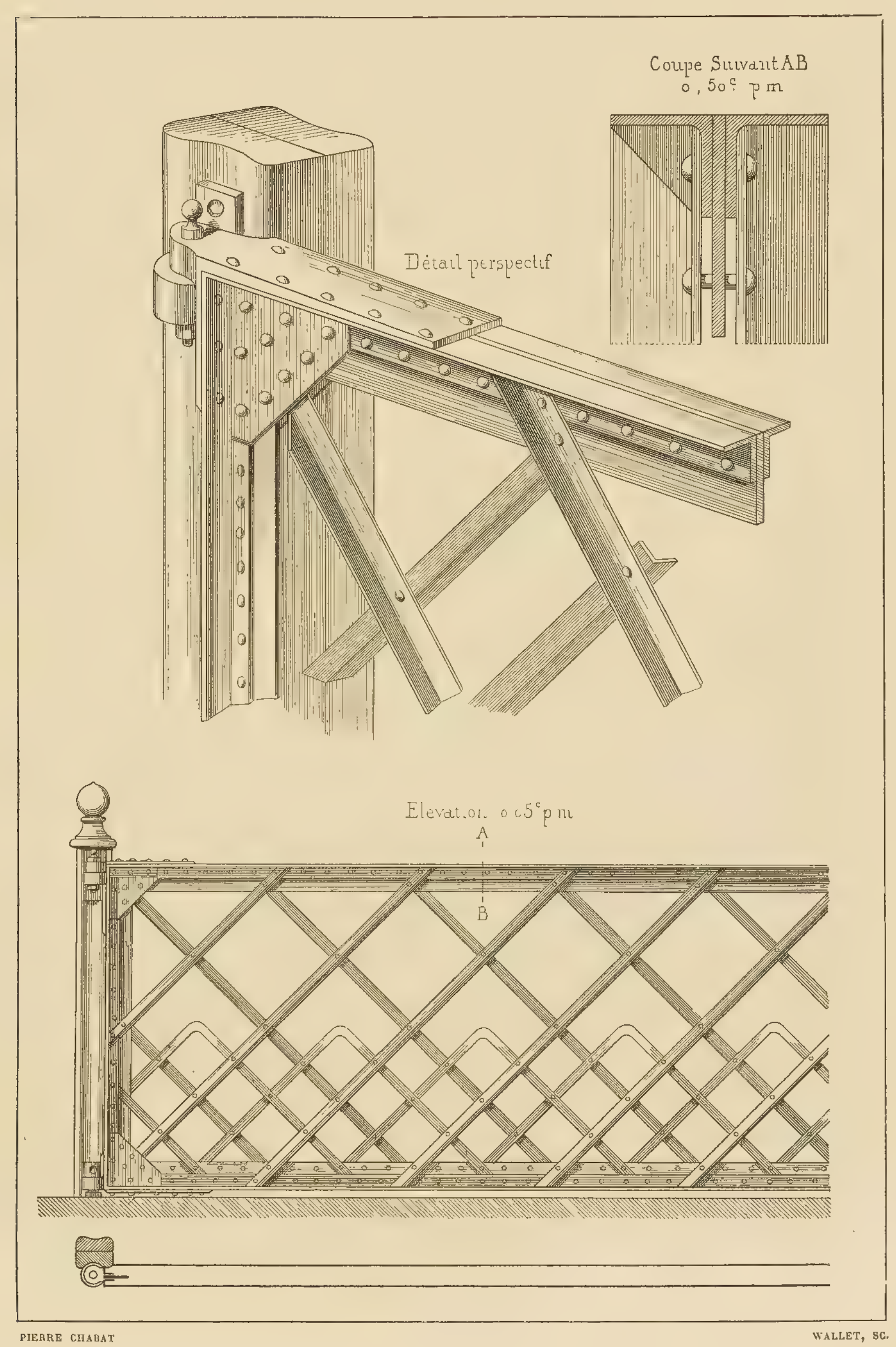
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

GRILLES DE FENÊTRES



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

MARQUISE

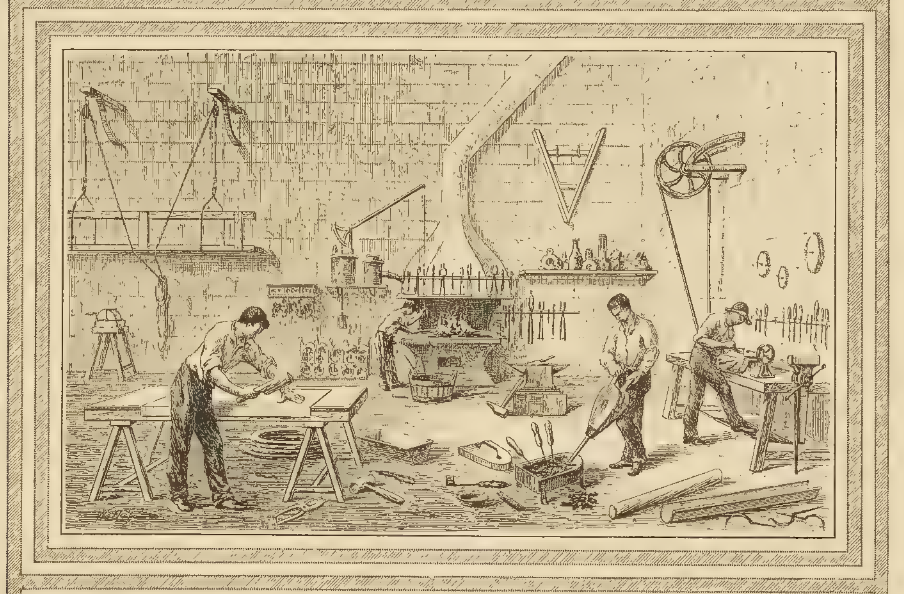


PIERRE CHABAT WALLET, SC.

BARRIÈRE

LA

COUVERTURE & PLOMBERIE



OUTILLAGE — COUVERTURES
PIERRE — ARDOISES — TUILES — ZINC
CUIVRE — CHÉNEAUX
GOUTTIÈRES

PIERRE CHABAT WALLET, SC.

LA

COUVERTURE & PLOMBERIE

La *couverture* est un assemblage de matériaux formant la surface d'un toit et garantissant l'intérieur d'un édifice contre les influences atmosphériques et particulièrement contre l'humidité.

La *couverture* des édifices se fait en *chaume, dalles de pierre, tuiles, ardoises, feuilles de métal,* tels que *plomb, zinc, tôle* ou *cuivre, bardeaux, carton bitumé, toile goudronnée,* etc.

On comprend dans la *couverture* non seulement les matériaux recouvrant la surface du toit, mais encore le lattis ou le voligeage destiné à les supporter.

La *plomberie* est l'ensemble des ouvrages en plomb coulé ou laminé qui comprennent la couverture des édifices, la conduite des eaux et du gaz, le revêtement des chéneaux, terrasses et réservoirs, etc.

PLANCHE I

OUTILS DU PLOMBIER, COUVREUR, ZINGUEUR

Auge. — Caisse de bois dont se servent les couvreurs pour gâcher le plâtre. L'ouverture de l'*auge* (fig. 1) a ordinairement 0m,55 ; cette caisse va en se rétrécissant vers le fond ; le contenu s'appelle *augée*.

Genouilères. — Enveloppes de cuir (fig. 2 et 3) que les couvreurs s'attachent aux genoux pour les garantir dans leur travail.

Toupie. — Cône en bois servant à évaser les tuyaux en plomb (fig. 4).

Queue de cochon. — Vrille en acier (fig. 5) servant à agrandir les trous percés sur des tuyaux en plomb.

Tire-clous. — Lame de fer mince qui se recourbe à l'une de ses extrémités et qui est pourvue de dents comme une crémaillère (fig. 6).

Les couvreurs s'en servent pour arracher les clous.

Fer mahon droit. — Cône en fer servant à exécuter les soudures plates sur le plomb (fig. 7).

Cuiller ou Culière. — Récipient en forme de couvercle avec lequel les plombiers puisent le plomb fondu dans la chaudière (fig. 8).

Batte. — Morceau de bois légèrement recourbé (fig. 9), muni d'un manche taillé dans le même bloc et avec lequel on dresse les feuilles de zinc ou de plomb.

Lampe a souder. — Chaudière à alcool servant à faire les soudures légères, et principalement pour le gaz (fig. 10).

Bourseault. — Morceau de bois en forme de prisme triangulaire à manche rond (fig. 11), qui sert aux plombiers pour arrondir le rebord ou bourrelet des cuvettes.

Coupe-tubes. — Pince en acier avec molette (fig. 12) qui sert à couper les tubes ou les tringles en fer.

Fer croche. — Cône en fer (fig. 13) que l'on emploie pour exécuter les nœuds en soudure sur les tuyaux.

Scie a main. — La scie à main dont se servent les couvreurs (fig. 14) est formée d'une lame et d'une poignée.

Etouffoir. — Fourneau de zingueur ou de ferblantier servant au chauffage des fers de cuivre (fig. 15).

Fourneau en tole. — Ce fourneau, appelé plateau de plombier en raison de sa forme demi-ronde, sert à chauffer les marmites de plomb ou de soudure et en même temps les fers mahon ou croches (fig. 16).

Sac a clous ou tablier de couvreur. — Sorte de poche munie d'une ceinture (fig. 17) que les ouvriers couvreurs portent devant eux pour y placer les clous et outils dont ils ont immédiatement besoin pour l'exécution de leurs ouvrages.

Ecouane ou écouenne. — Espèce de lime droite ou courbe employée par les ajusteurs (fig. 18). Nos figures 27 et 28 représentent deux autres sortes d'*écouanes*; la première, dite râpe plate, est employée pour dresser les soudures droites, tandis que la seconde, dite râpe cintrée, sert à dresser les soudures arrondies.

Marteau assette. — Marteau ayant d'un côté une tête et de l'autre un tranchant (fig. 19). Les couvreurs s'en servent pour dresser, couper et clouer les lattes et les ardoises.

On dit encore *asseau, aissette.*

Maillet en bois. — Les plombiers se servent d'un *maillet* dont les deux faces de percussion sont parallèles au manche (fig. 20).

Soufflet. — Instrument qui sert à souffler le feu sur lequel on fait fondre la soudure et chauffer les fers (fig. 21).

Clef anglaise. — Cette clef est employée pour les écrous de toutes dimensions. Elle est formée d'une tige à l'extrémité de laquelle sont placés, à angle droit, deux talons appelés *mors* ou *mâchoires,* dont l'un est fixe et l'autre mobile; ce dernier est manœuvré par une vis placée dans le manche (fig. 22).

Il y a aussi des clefs qui servent également à visser et dévisser les écrous, à tourner les clefs de robinets dans leurs boisseaux, etc. Ce sont des tiges droites ou cintrées en forme de S (fig. 31) qui portent à leurs extrémités des têtes avec entailles affectant la forme et la dimension des écrous.

Marteau a ardoise. — Ce marteau est à manche plat et tranchant, avec une des extrémités pointue pour percer l'ardoise et l'autre plate pour la clouer (fig. 23).

Fer en cuivre. — Prisme allongé en cuivre rouge dont on étame le taillant pour souder les feuilles de zinc ou de cuivre (fig. 24).

Burin. — Outil d'acier (fig. 25) à double biseau, fortement trempé, muni d'une tige carrée ou elliptique et servant à couper les métaux.

Serpette. — Instrument destiné à tailler les métaux tels que plomb et zinc (fig. 26) ; la lame est en acier fin et courbée en dedans par le haut. Le manche est fait d'une matière qui ne glisse pas et ayant au bas un point d'arrêt qui le maintienne dans un effort.

Griffe. — Instrument dont les ouvriers plombiers se servent pour tracer et couper les métaux tels que plomb, zinc, etc. (fig. 29).

Compas. — Instrument à branches de métal qui sert à prendre des mesures de longueur et d'épaisseur.

Le *compas* ordinaire (fig. 30), qu'on appelle encore compas de poche, a environ $0^{m},16$ de longueur.

Riflard. — Outil semblable à celui dont se servent les maçons pour couper le plâtre et qui se compose d'une lame mince en métal, montée sur un manche court (fig. 32).

Pince plate. — Outil dont se servent les zingueurs pour relever les feuilles de zinc ou de plomb dans une petite hauteur (fig. 33).

Ciseau. — Burin à lame mince et large (fig. 34) servant à couper les tuyaux en plomb ou trancher les feuilles de forte épaisseur.

Grattoir. — Instrument de fer trempé et taillant (fig. 35 et 36) employé pour aviver le plomb avant de faire une soudure.

Enclume. — Outil en fer que les couvreurs emploient pour tailler l'ardoise au moment de la mise en place (fig. 37).

Cette *enclume* se fixe sur le voligeage au moyen de la partie inférieure recourbée et terminée en pointe.

Truelle. — Outil que les couvreurs emploient pour étendre le plâtre. C'est une lame de fer ou de cuivre en forme de trapèze (fig. 38), ou en forme arrondie (fig. 39), munie d'un manche recourbé.

Marteau a soyer. — Marteau à pannes larges et arrondies pour former les nervures sur le plomb ou finir les bords des feuilles de zinc (fig. 40).

Gouge. — Ciseau arrondi pour percer le plomb ou former les gorges de la soudure (fig. 41).

Boîte du plombier. — Sac en cuir pour les plombiers et boîte en zinc pour les zingueurs et les couvreurs, servant à emmagasiner et transporter leur outillage (fig. 42).

Masse. — Marteau à deux têtes carrées ou carré d'un côté et à panne de l'autre, plus lourd que les marteaux ordinaires, servant à faire les percements (fig. 43).

Cisailles. — Gros ciseaux servant à couper les feuilles de métal à froid.

Les cisailles sont formées (fig. 44) de lames courtes et fortes, articulées, comme les ciseaux ordinaires, et pourvues de longues branches qui servent à faire levier.

Cet outil est de plusieurs dimensions, suivant l'épaisseur des lames à couper.

Il y a des *cisailles* à coude d'établissement (fig. 45) qui sont munies de coudes permettant de les fixer sur un établi, soit dans un trou ménagé à cet effet, soit dans l'étau.

On emploie également des outils de grande dimension agissant comme les *cisailles* et qui sont mus, soit à l'aide d'un bras de levier, soit au moyen de la vapeur.

PLANCHE II

COUVERTURE EN PIERRE

Les Grecs recherchèrent pour la couverture de leurs temples une matière moins fragile que la terre cuite. D'ailleurs, les murs de ces édifices et les colonnes étant en marbre, il dut sembler que l'argile produirait aux yeux un contraste trop violent.

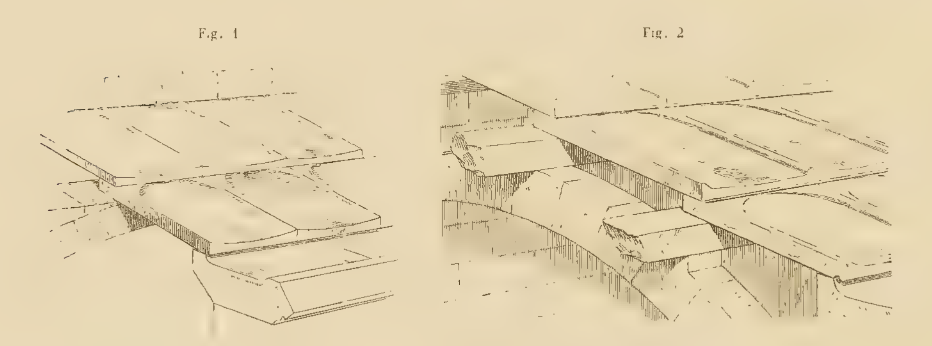
Aussi, Pausanias nous apprend-il qu'un certain Bizès de Naxos avait obtenu les honneurs d'une statue, pour avoir imaginé d'employer le marbre pentélique en *tuiles* propres à servir à la couverture des édifices. Les *tuiles* de marbre, ainsi utilisées, avaient des proportions bien supérieures à celles de nos ardoises. Ces tuiles étaient de véritables dalles et, au moyen des entailles qui les réunissaient les unes aux autres, elles devaient produire des couvertures capables d'opposer à la violence des vents la plus forte résistance (voyez couverture en tuile) (1).

Le dallage *employé comme couverture*. — Lorsqu'on eut l'idée de remplacer les charpentes qui couvraient les salles et les vaisseaux par des voûtes, on pensa d'abord à protéger l'extrados de ces voûtes par des dalles ou de grandes tuiles posées à bain de mortier; ce système de couverture s'appliquait parfaitement d'ailleurs sur les voûtes en berceau plein-cintre ou composées d'arcs brisés. Dans le midi de la France, en Provence, sur les bords du Rhône et dans le Centre, on voit encore des nefs d'église dont les voûtes sont ainsi couvertes par des dalles superposées. Mais on reconnut bientôt que, si bien exécutés que fussent ces dallages, et si bonnes que fussent les pierres employées, ces pierres cependant, par l'effet de la capillarité, absorbaient une grande quantité d'eau et maintenaient sur les voûtes une humidité permanente; on reconnut aussi que, du moment que les dalles étaient isolées de l'extrados, l'effet de la capillarité cessait, ou du moins que l'humidité ne se communiquait plus aux voûtes. On songea donc, vers le commencement du

1. Viollet-le-Duc, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du* XI[e] *au* XVI[e] *siècle.*

XIIIe siècle, à poser les dallages sur des arcs au-dessus des voûtes, de manière à laisser l'air circuler entre le dessous des dalles et l'extrados des voûtes, et à combiner ces dallages de manière à éviter autant que possible les joints découverts. Les constructeurs reconnurent aussi que les dallages, ayant une pente assez faible, il était nécessaire d'activer l'écoulement des eaux pluviales sur leur surface pour éviter les détériorations de la pierre sur laquelle la pluie ne s'écoule pas rapidement. En conséquence, ils eurent le soin de tailler la surface extérieure des dalles en forme de cuvette (fig. 1). Par ce moyen, l'eau réunie au milieu de chaque dalle se trouvait former un volume assez considérable pour produire un écoulement rapide, même pendant ces pluies fines qui, bien plus que les ondées, pénètrent et détruisent les matériaux calcaires. Les joints de ces sortes de dallages n'étaient pas assez relevés cependant pour ne pas être baignés pendant les averses ;

Fig. 1 Fig. 2



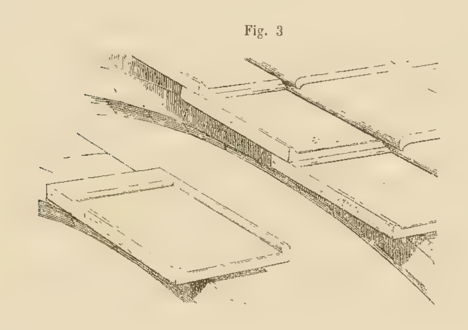
on donna donc bientôt un profil décidé aux rebords des dalles, afin de relever entièrement le joint et ne plus l'exposer qu'aux gouttes d'eau tombant directement du ciel. C'est ainsi que sont exécutés les dallages des terrasses de la cathédrale de Paris posés sur des arcs et complètement isolés des voûtes (fig. 2). Ces grandes dalles sont encore légèrement creusées en canal dans leur milieu, afin de précipiter l'écoulement des eaux en formant dans ces milieux de petits ruisseaux. En outre, le recouvrement de chaque dalle est taillé en mouchette, pour éviter que les eaux en bavant sur les bords ne viennent, par l'effet de la capillarité ou d'un vent violent, à remonter dans le lit.

Les dallages des terrasses de Notre-Dame de Paris reposent (comme le fait voir notre figure 2) sur des pannes en pierre dure, portées sur des arcs bandés de distance en distance et suivant la projection horizontale donnée par les arcs des voûtes, afin de ne pas multiplier les poussées. Au sommet et à l'extrémité inférieure de la pente, les dalles s'appuient sur le chéneau et sur une assise saillante incrustée dans le mur.

On trouve aussi des exemples de dallages dont la combinaison est moins simple, mais est plus propre encore à éviter l'entretien, en ce qu'aucun joint n'est découvert. Ce sont des dallages combinés à peu près comme l'étaient les couvertures en marbre ou en terre cuite des édifices grecs de l'antiquité. Des arcs légers (fig. 3) sont espacés de façon à recevoir des rangs de dalles creuses superposées ; sur les rangées de dalles

servant de canal sont posés d'autres rangs de dalles formant un recouvrement complet. Dans ces sortes de dallages, il n'est besoin nulle part de mastic ou de mortier pour calfeutrer les joints qui sont tous masqués. On trouve de ces sortes de dallages sur les bas-côtés de l'église de Chaumont (Haute-Marne) et sur ceux de l'église collégiale de Poissy.

Fig. 3



Nous donnons (pl. II) le système de couverture du temple de Némésis, à Rhamnus. Ces fragments sont tirés des *Antiquités de l'Attique*, publiées par la Société des *dilettanti*, de Londres.

La figure I est un fragment de l'élévation latérale du toit.

La figure II est une coupe prise au sommet de la toiture, suivant l'axe d'une rangée de tuiles plates.

La figure III est une vue indiquant la disposition des tuiles du sommet.

La figure IV donne la vue d'une des dalles formant chéneau.

Les figures V, VI, VII et VIII représentent les tuiles et les antéfixes de marbre blanc qui formaient la couverture du portique d'Octavie, à Rome. On voit que les antéfixes de ce monument étaient accrochées au rebord des tuiles plates ; elles étaient décorées d'aigles en relief assez prononcé.

PLANCHES III, IV et V.

ARDOISES ET TUILES

L'ardoise est une pierre schisteuse, employée à la couverture des édifices, en raison de sa ténacité, de sa résistance et de la faculté qu'elle possède de se laisser diviser en lames très minces.

Cette pierre est cependant moins durable que la tuile et a l'inconvénient d'éclater au feu. L'aspect de l'*ardoise* est terne ou très peu brillant; sa couleur générale est gris bleuâtre, un peu foncée; d'ailleurs, elle offre des variétés de tons suivant les lieux d'où elle provient; ainsi, la plupart des *ardoises* utilisées en France sont tirées des gisements d'Angers et des Ardennes ; les premières sont grises, les secondes ont un ton violet, quelquefois verdâtre.

Il existe plusieurs méthodes pour reconnaître rapidement la qualité d'une *ardoise :*

1° On fait tremper le feuillet dans l'eau, pendant une journée, jusqu'à $0^m,01$ de son bord. Si l'eau, par suite de la capillarité, ne gagne pas $0^m,01$ en plus, l'*ardoise* est jugée bonne. Elle serait d'autant plus mauvaise, au contraire, que l'eau s'élèverait davantage.

2° On pèse une *ardoise*, on la plonge dans l'eau pendant une heure, on la retire et on la

pèse de nouveau : l'*ardoise* sera d'autant plus spongieuse, c'est-à-dire de mauvaise qualité, que le poids de l'eau absorbée sera considérable.

3° On forme un petit bassin ou auget, en bordant l'*ardoise* avec de la cire ; on y verse de l'eau qu'on laisse séjourner ainsi pendant plusieurs jours : l'*ardoise* est bonne si, au bout de ce laps de temps, l'eau ne l'a pas pénétrée.

Le mode d'attache de ces matériaux, sur les toits, a une grande importance ; les clous oxydables attaquent l'*ardoise*, agrandissant le trou dans lequel ils sont fixés, et empêchent la résistance au vent ; il faut employer les clous en fer galvanisé ; les clous en cuivre servent pour les *ardoises* de grand échantillon.

Aujourd'hui on tend à remplacer les clous par des *crochets* en fil de cuivre ou en fil de fer galvanisé. On évite ainsi de percer l'*ardoise* et on la maintient, à sa partie inférieure, au point où le vent a le plus d'action pour la soulever.

Les *ardoises* sont livrées au commerce sous différents noms. Nous donnons, figure 1, planche III, des *ardoises* modèle anglais, clouées sur voliges chanfrenées et disposées en lattis. La figure II représente des ardoises ordinaires, clouées sur voligeage, et des échantillons divers : en A l'*ardoise* flamande ayant $0^m,16$ sur $0^m,27$, en B le carré grand modèle de $0^m,22$ sur $0^m,324$, et en C la cartelette qui a $0^m,18$ sur $0^m.28$.

L'emploi des ardoises, dans la couverture, se fait par recouvrement et chevauchement. L'inclinaison du toit est ordinairement de 35° à 45°, avec des *ardoises* ordinaires ; elle peut se réduire à 15° pour les modèles anglais. On pose les premières sur voligeage et les secondes sur lattis.

Dans le premier cas, les feuillets ou voliges sont espacés de $0^m,01$ à $0^m,04$ et les *ardoises* y sont fixées chacune par deux clous. On commence par former l'égout, où l'on place les *ardoises* les plus fortes ; celles d'une moyenne épaisseur sont au milieu du toit et les plus minces près du faîtage.

Le recouvrement se fait par rangs horizontaux, en liaison et au tiers de pureau. Pour les toits qui ont beaucoup de pente, comme la partie inférieure des combles à la Mansard, ont peut donner au pureau jusqu'aux trois quarts de la hauteur de l'*ardoise*.

Différents aspects sont donnés à ce genre de couverture, suivant la manière dont on coupe les pureaux ; les ardoises sont rectangulaires ou en quinconce, en forme d'écailles.

Le mot *tuile*, qui vient du latin *tegula*, dérivant lui-même de *tego*, qui signifie couvrir, sert à désigner aujourd'hui une tablette de terre cuite employée à la couverture des édifices. Or, il est certain que le mot *tegula* doit être pris dans un sens plus général que celui qu'on entend de nos jours par le nom de *tuile*, c'est-à-dire un carreau d'argile d'une épaisseur quelconque, pétrie, séchée et cuite au four à la manière des briques.

Bien avant l'usage des *tuiles* de marbre en Grèce, les peuples de l'Asie employaient, pour la couverture des monuments, les *tuiles* en terre cuite émaillée. Cette coutume a laissé de nombreuses traces dans les pays situés au pied du Caucase et dans la Babylonie, c'est-à-dire dans ces antiques contrées où, plus de dix siècles avant notre ère, l'art céramique avait atteint le plus haut degré de perfection.

Chez les Grecs et chez les Romains, les *tuiles* étaient, les unes plates, les autres courbes. Les premières se divisaient en deux classes : les *tuiles plates* proprement dites, appelées en Italie simplement *tegulæ*, et les *tuiles à rebord*, appelées *tegulæ hamatæ*. Les premières

avaient tantôt la forme d'un carré, tantôt celle d'un rectangle; leurs dimensions étaient variables et leur épaisseur se trouvait comprise entre 0m,025 et 0m04. Les *tuiles à rebord* étaient rectangulaires; la forme trapézoïdale, admise par un grand nombre d'auteurs, parmi lesquels Rondelet et le colonel Emy, est excessivement rare. Les dimensions de ces *tuiles* variaient de 0m,34 à 0m,40 de longueur sur 0m,23 à 0m,27 de largeur. Toutefois, on en a trouvé, à Rome, qui ont jusqu'à 0m,55 sur 0m,70 et pèsent 27 kilogrammes, avec des rebords de 0m,03 de hauteur.

La figure 1 représente un spécimen de ces *tuiles* qui appartient au musée céramique de Sèvres.

Fig. 1

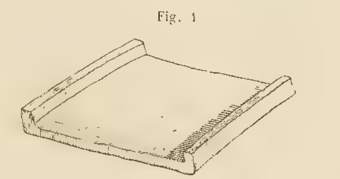
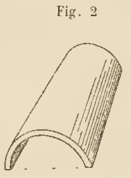


Fig. 2



Les *tuiles* creuses ou *imbrices* avaient la forme de dos-d'âne ou de demi-cylindres. Quelques-unes, mais en très petit nombre, sont trapézoïdales; encore, les tuiles de ce genre, dont notre figure 2 représente un spécimen, servaient-elles particulièrement à la construction de conduites d'eau.

Nous donnons (fig. 3) une vue perspective d'une partie de couverture romaine, composée de *tegulæ humatæ* et *imbrices*. Ainsi qu'on le voit, les rebords saillants des premières

Fig. 3

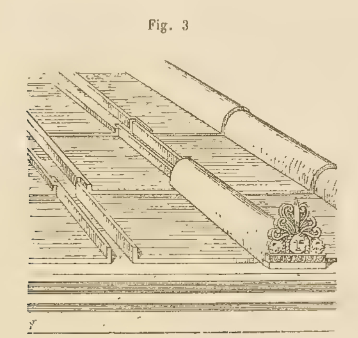
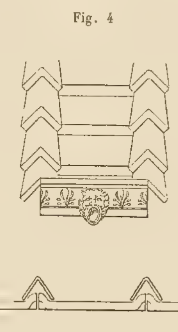


Fig. 4



sont dirigés dans le sens de la pente du toit, et chacune d'elles est placée à recouvrement sur celle qui lui est immédiatement inférieure; leurs joints montants étaient fermés par les secondes, qui se recouvraient également les unes les autres; chaque rangée de *tuiles* creuses était ordinairement arrêtée, à sa partie inférieure, par une *tuile* un peu plus grande que les autres appelée *antéfixe* et qui, solidement fixée sur la corniche, était fermée sur sa face inférieure. Quelquefois, ces antéfixes étaient supprimées et remplacées par un chéneau (fig. 4), exécuté en terre cuite, et plus ou moins orné.

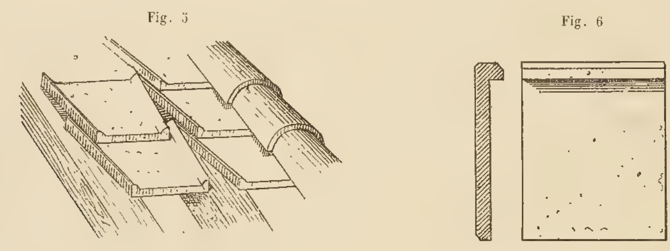
Ce chéneau portait, dans l'axe de chaque rangée de *tuiles* plates, une tête de lion, saillante, dont la gueule ouverte rejetait au dehors les eaux pluviales.

Dans la couverture des grands édifices, les *tuiles* à rebord étaient exécutées en marbre et taillées suivant des dispositions plus ou moins compliquées.

Le système romain, c'est-à-dire la toiture en *tuiles* plates rectangulaires, avec *tuiles* creuses de recrouvrement, se retrouve dans le midi de la France, pendant les premiers siècles du moyen âge. Mais la fabrication de ces pièces était absolument défectueuse, et, dès le XIe siècle, on renonça à la forme rectangulaire pour adopter la forme trapézoïdale. Ainsi que l'indique la figure 5, les *tuiles* s'emboîtaient l'une dans l'autre, sans encoche et par l'introduction du petit côté dans le plus grand.

On applique ce système dans le Languedoc et la Provence; il présentait un inconvénient particulier : la difficulté de fixer les *tuiles* destinées à recouvrir les arêtiers. Il semble, en

Fig. 5 Fig. 6



effet, que ces *tuiles* ne pouvaient être maintenues qu'à grand renfort de mortier, mauvaise garantie contre les mouvements inévitables des charpentes et les efforts du vent.

Les *tuiles* romaines à recouvrement avaient été abandonnées, dans les provinces du nord de la France, pour le système de couvertures à *tuiles* plates. Ces dernières étaient, à cette époque, pourvues, à la partie supérieure (fig. 6), d'un rebord formant un crochet continu, que retenaient des lattes clouées sur les chevrons.

De nos jours, les divers systèmes de couverture que nous venons de décrire sont encore utilisés en Italie. Sur les chevrons, espacés de $0^m,32$ environ d'axe en axe, on pose (fig. I, pl. IV), de grandes briques en dalles, de terre cuite, de $0^m,028$ d'épaisseur, avec joints garnis de mortier. On forme ainsi une espèce de carrelage sur lequel on range des *tuiles* plates, appelées *tegole*, plus larges par le haut que par le bas, et se recouvrant d'environ $0^m,08$. Les rangées contiguës sont séparées l'une de l'autre par un intervalle d'environ $0^m,03$ qui est recouvert, ainsi que les rebords, par des *tuiles* creuses appelées *canali*, également posées à recouvrement. Les rangées inférieures, et quelquefois toutes les *tuiles*, sont maçonnées par le carrelage, de manière à former un ensemble des plus solides. A Rome, la longueur des *tegole* et des *canali* est de $0^m,41$; la largeur des premiers est de $0^m,33$, au sommet, et de $0^m,25$ à la partie inférieure ; les seconds ont $0^m,175$ de diamètre au sommet et $0^m,24$ à la base.

Dans les Flandres, à partir du XVe siècle, les tuiles en S, dites *tuiles flamandes*, encore en usage de nos jours, étaient généralement employées. Ces *tuiles* sont à double courbure, en forme d'S aplatie ; elles ont environ $0^m,35$ de côté sur $0^m,016$ d'épaisseur, et sont munies, par le haut, d'un talon au moyen duquel on les accroche sur un lattis (fig. II, pl. IV), ce

qui permet de donner au toit une forte inclinaison ; leurs joints sont ordinairement garnis de mortier. Il en faut 15 1/4 par mètre carré.

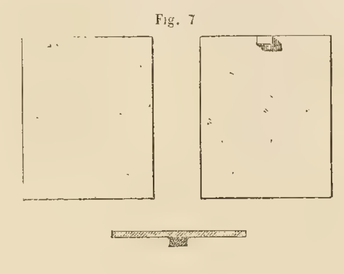
Dans tout le midi, à partir du XIIIe siècle, le système de couverture en *tuiles* creuses a été appliqué ; dans ce système, les *tuiles* canal étaient simplement des *tuiles* couvre-joints retournées. Cette coutume subsiste encore. Nous donnons, figure IV, planche III, un spécimen de ce genre de toiture.

Ces *tuiles*, qui n'ont pas moins de 0^m,35 de longueur, se posent sur un plancher continu cloué sur les chevrons ; il faut donc que la couverture soit peu inclinée pour qu'il n'y ait pas glissement. L'angle du toit avec l'horizon est maintenu entre 15° et 27°. Les angles saillants et rentrants sont exécutés en *tuiles* de même forme, mais de plus grande dimension et posées à bain de mortier.

Actuellement, en France, les *tuiles* employées le plus fréquemment peuvent se diviser en deux catégories : les *tuiles plates* et les *tuiles* à *emboîtement*.

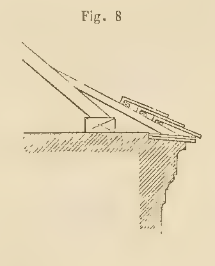
Les *tuiles plates*, dites de *Bourgogne*, ont la forme de rectangles un peu bombés (fig. 7). On distingue, dans cette classe, deux échantillons : le *grand moule*, qui a 0^m,31 de longueur sur 0^m,25 de largeur et 0^m,015 d'épaisseur, le mille pesant 2,000 kilogrammes ; et le *petit moule* qui a 0^m,25 de longueur sur 0^m,18 de largeur et 0^m,014 d'épaisseur, le mille pesant 1,300 kilogrammes. Les *tuiles de Bourgogne* ont une teinte pâle, rendent au choc un son clair et présentent une grande résistance.

Fig. 7



Dans les couvertures, on pose ces *tuiles* sur des lattes qui ont ordinairement 0^m,0034 d'épaisseur sur 0^m,041 et 0^m,045 de largeur, que l'on cloue sur les chevrons et qui sont espacées du tiers de la longueur des *tuiles*. Une rangée de celles-ci s'accroche, au moyen du tenon qui garnit l'un des côtés, sur un rang de lattes, de manière que les joints soient chevauchés et que les *tuiles* soient recouvertes sur les deux tiers de leur longueur (voir fig. III, pl. III) ; la portion apparente reçoit le nom de *pureau*.

Fig. 8



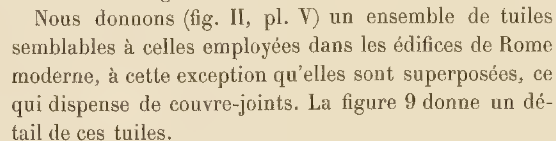
On commence la pose par le rang inférieur qui forme : égout simple, quand il y a un chéneau et que la première rangée de *tuiles* s'appuie sur l'arête de la sablière, qu'elle dépasse d'une certaine quantité ; *égout retroussé* (fig. 8) lorsque, la corniche étant privée de chéneau, on pose deux rangs de *tuiles* à joints chevauchés, le rang supérieur recevant le nom de *doublis* ; *égout pendant*, si l'on cloue, sur l'extrémité des chevrons dépassant la corniche, une chanlatte qui reçoit une double rangée de *tuiles*.

La *tuile* plate ordinaire, comparée à l'ardoise, a pour avantage d'absorber moins d'eau, d'être plus dure et moins altérable à l'air, mais elle donne plus de prise au vent par son épaisseur ; le crochet qui la retient casse souvent ; enfin, comme chaque latte est recouverte par trois épaisseurs de *tuiles*, les couvertures de ce genre sont d'un poids considérable. Leur inclinaison ne doit pas être inférieure à 27° ; on la porte souvent à 45° et même à 60°.

On fabrique encore, pour la couverture de certains édifices et notamment des dômes, des tuiles plates unies, terminées par le bas soit en triangle, soit en ogive, soit en demi-cercle. Ces dernières (fig. 1, pl. V), qui imitent les écailles de poisson, reçoivent dans le commerce le nom de *tuiles écaillées*.

Les couvertures, ainsi formées, sont d'un aspect très agréable et plus légères que les autres. La difficulté d'obtenir ces *tuiles* parfaitement planes en a restreint l'usage.

Fig. 9



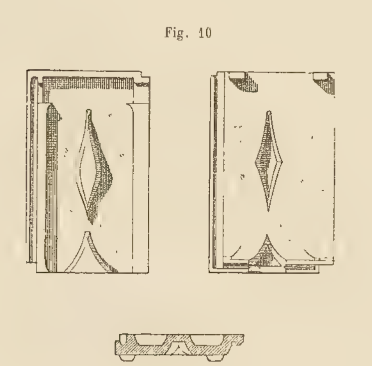
Nous donnons (fig. II, pl. V) un ensemble de tuiles semblables à celles employées dans les édifices de Rome moderne, à cette exception qu'elles sont superposées, ce qui dispense de couvre-joints. La figure 9 donne un détail de ces tuiles.

Il y a une multitude de *tuiles* plates à emboîtement ; nous ne citerons que celles qui peuvent être regardées comme des types et que l'on classe en *tuiles rectangulaires* et en *tuiles losangiques*.

L'invention des *tuiles* à emboîtement, rectangulaires, est due à MM. Gilardoni frères, fabricants à Altkirch (Alsace), qui ont livré au commerce plusieurs modèles de ces produits.

Le type n° 1, breveté en 1841, est dit à *losange* ; il a $0^m,33$ de pureau, $0^m,20$ de largeur utile, de $0^m,012$ à $0^m,015$ d'épaisseur. Il faut quinze de ces *tuiles* par mètre carré de couverture qui ne pèse pas plus de 40 à 45 kilogrammes. Elles ne se recouvrent l'une sur l'autre que de quelques centimètres et par des emboîtements latéraux ; leur assemblage a lieu par chevauchement et est dit à *joint vertical discontinu*. Elles portent cannelure à gauche (fig. 10) et couvre-joint à droite ; rebord simple en tête ; rebord de base échancré au milieu pour franchir le couvre-joint inférieur dans l'assemblage par chevauchement, et rainé dans ses parties tombantes ; nervure au milieu, en forme de losange, pour renforcer la *tuile* ; à la base, au-dessous du losange, triangle saillant, accompagnant l'échancrure du rebord et servant à éloigner l'écoulement des eaux du point où le joint vertical vient rencontrer le joint horizontal ; deux crochets au revers. Ces *tuiles*, dont le modèle est tombé dans le domaine public, se fabriquent en très grande quantité dans plusieurs localités de France, notamment à Montchanin (Saône-et-Loire).

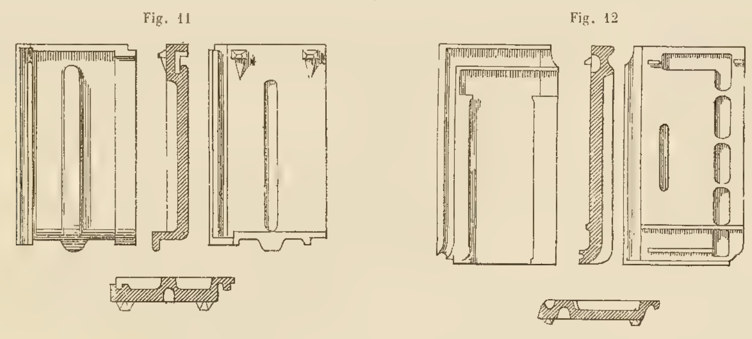
Fig. 10



Le type n° 2, représenté par la figure 11, est à nervure médiane et à joint vertical continu. Cette *tuile* est maintenue par deux crochets sur le lattis, et s'engage dans la *tuile* immédiatement inférieure par un rebord qui entre dans une cannelure ménagée au-dessus de la nervure longitudinale, en saillie sur le plan supérieur. La jonction, dans le sens vertical, avec la *tuile* voisine, se fait par l'emboîtement d'un couvre-joint occupant une des arêtes avec une cannelure qui porte le côté contigu de la *tuile* voisine.

Le type n° 3, dit à double recouvrement (fig. 12), est de beaucoup le plus estimé ; plus long que le type n° 2 et aussi large, il présente la même surface découverte. Sa jonction, dans le sens vertical, est encore un emboîtement, par retombée, du couvre-joint dans une cannelure longitudinale ; mais elle est beaucoup plus solide. La nervure médiane n'existe pas, ou du moins elle est reportée sur la gauche, au long de la cannelure dont elle forme le rebord intérieur ; cette nervure, et le couvre-joint de même saillie, se joignent par contact en épaisseur, dans l'assemblage du joint, formant un relief large de 0^{m},07. Une

Fig. 11 Fig. 12

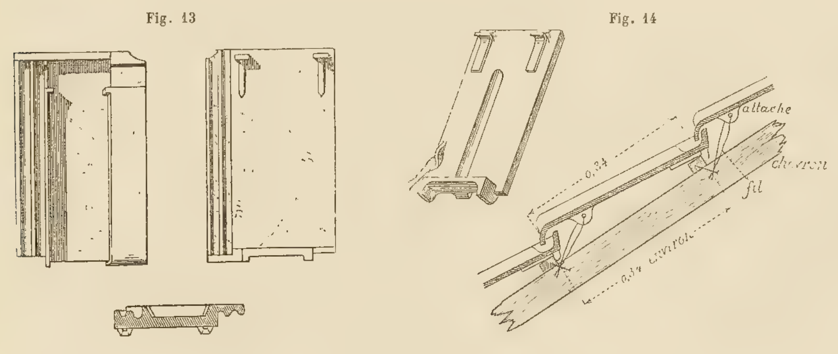


cannelure de 0^{m},03 de largeur, aussi profonde, est creusée dans le rebord de tête de la *tuile* et forme écoulement dans la cannelure du joint vertical. Le rebord de base est rainé en larmier. Un second rebord, parallèle à ce dernier, distant de 0^{m},07 de son arête extérieure, saillant de 0^{m},015, traverse la *tuile* dans toute son étendue plane, de manière à tomber, par assemblage, dans la cannelure du rebord de tête pour y former, après ce rebord même, un nouvel obstacle à l'infiltration des eaux.

MM. Gilardoni fabriquent en terre molle et, malgré la forte cuisson à laquelle ils soumettent leurs *tuiles*, celles-ci sont parfaitement droites ; elles rendent sous le choc un son métallique pur, offrent une grande résistance et ne sont pas gélives.

MM. Muller et Ce, à Ivry-sur-Seine, M. Fox, à Saint-Génis-Laval (Rhône), fabriquent des *tuiles* Gilardoni qui sont dépourvues de saillies de base et de tête de la nervure formant

Fig. 13 Fig. 14

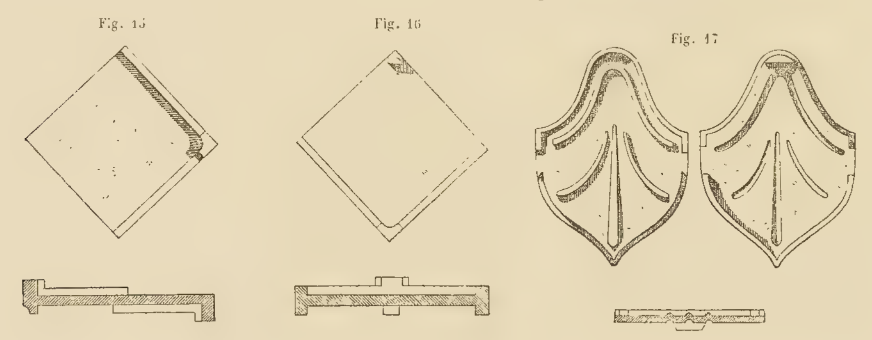


agrafe. La figure 13 représente les deux faces et une coupe transversale de la *tuile* Fox. Les

figures III et IV, planche V, donnent deux types des tuiles de la maison Muller et Cᵉ ; la figure 14 indique un mode d'attache en raison des vents qui existent dans les ports de mer.

La pente ordinaire à employer avec ces diverses *tuiles* est de $0^m,40$ par mètre. Les jours, les ventilations, les tabatières, œils de bœuf, se font sans raccords, par la disposition même des *tuiles* de fonte ou de terre, de doubles, triples ou plus grandes dimensions, s'emboîtant avec les autres.

Les *tuiles losangiques* sont des *tuiles* s'assemblant entre elles par joints obliques, contrairement aux précédentes, qui s'assemblent toutes par joints horizontaux et verticaux. Parmi les *tuiles* losangiques régulières, nous citerons : la *tuile Courtois* (fig. III, pl. IV), en donnant ici la face supérieure (fig. 15) et la face inférieure (fig. 16). Sa forme est exactement carrée ; elle se pose une pointe en bas, l'une des diagonales du carré étant horizontale, et l'autre étant dirigée, par conséquent, suivant la ligne de plus grande pente. Les rebords des deux côtés de la *tuile*, qui sont tournés vers le bas du comble, font saillie sur la face inférieure et les deux autres sur la face supérieure. Ces *tuiles* se fixent, au



moyen d'un crochet, sur un lattis disposé en forme de treillis. Elles ont $0^m,26$ de côté ; on peut donner aux couvertures ainsi formées, une très faible inclinaison ou une forte pente.

La *tuile Josson* dont nous donnons un ensemble (fig. IV, pl. IV), et un détail (fig. 17), est une *tuile* losangique irrégulière. Cette *tuile*, dont l'aspect se rapproche de celui d'une feuille d'arbre, a sa pointe en accolade avec double rebord en dessous. Sa tête porte, sur le pourtour, un rebord en dessus ; un relief égal y trace un second rebord, à petite distance du premier, et ainsi, tout en la renforçant, ménage, en arrière des joints obliques, une cannelure destinée au rejet, sur la toiture, des eaux qui pourraient s'infiltrer par les joints. Une triple nervure renforce la *tuile* en son milieu ; en tête, le revers porte un crochet. Il y a deux grandeurs de *tuiles Josson* : le *grand moule* et le *petit moule*. Leur couleur habituelle est rouge, mais il y en a de grises, et en les combinant on peut obtenir des dessins variés.

Nous citerons encore, comme *tuiles* de bonne qualité, mais sans entrer dans le détail de leur description, les *tuiles* Demimuid de deux modèles : le premier dit ogival, le second à double face ; les *tuiles* Martin, à Marseille ; les *tuiles* Dumont, à Roanne ; les *tuiles* Legrand, à Sées (Orne) ; les *tuiles* Delagrange, à Sermoise (Nièvre), etc., etc.

Au point de vue de l'entretien et de la durée des couvertures en *tuiles*, les conditions suivantes sont recommandées : solide charpente ; lattis sans flexion ; *tuiles* de bonne qualité à surface lisse ; pente inclinée au-delà de celle ordinairement suffisante ; aérage facile de la face inférieure des *tuiles* et du lattis.

Le tableau suivant fournit quelques données pratiques relativement à ces divers genres de *tuiles*.

DESIGNATION		Dimensions de chaque tuile — Hauteur	Dimensions de chaque tuile — Longueur	Poids d'une tuile	Nombre par mètre carré de toiture	Poids du mètre carré compris le lattis	Pente minimum d'inclinaison sur l'horizontale par mètre de portée
Tuiles anciennes	Plate Bourgogne grand moule	0m30	0m25	2k403	36.40	88k	0m75
	» » petit moule	0.24	0.195	1.320	64 10	86	1.00
	Creuse Bourgogne	0.37	0.19 / 0.16	2.000	34 à 38	90 à 100	0.50
Tuiles nouvelles	Gilardoni rectangulaires à joint vertical continu	0.38	0.23	2 724	15.15	42	0.50
	Muller	0.38	0.23	2.945	15.15	45	0.50
	Gilardoni à joint vertical discontinu	0.38	0 23	2.545	15.15	39	0.50
	Courtois	0.36	0.36	2.335	18.52	44	0.75
	Josson grand moule	0.40	0.28	2.285	22.32	31	0.60
	» petit moule	0 28	0.19	0.785	47 87	38	0.75
	Demimuid ogivale	0.34	0.17	1.115	42 02	47	0.60
	» double face	0 40	0.21	1.245	28.01	35	0.60

PLANCHE VI

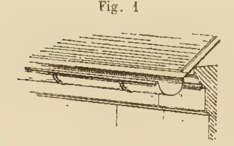
GOUTTIÈRES

Canal, de forme et de matière variables, qui est placé à la base d'un toit pour recevoir les eaux pluviales et les conduire au sol par l'intermédiaire d'un tuyau de descente.

Le zinc est la matière la plus généralement employée pour les *gouttières* ; le bois, la tôle étamée ou zinguée, le cuivre pourraient également servir à cet usage.

Il y a, dans le commerce, plusieurs dimensions courantes de *gouttières* : 0m,165 de largeur développée, 0m,25 et 0m,325, qui sont les divisions simples de largeur des feuilles du commerce (0m,50 ou 0m,63). On leur donne généralement la forme d'un demi-cylindre avec ourlet sur le bord extérieur (*fig.* 1).

Fig. 1

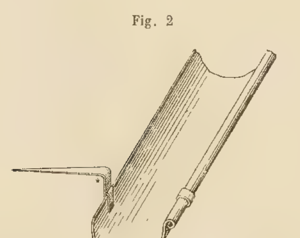


On emploie généralement du zinc n° 12 et même n° 14 pour que le poids de l'eau ne le fasse pas fléchir.

On suspend les *gouttières* à l'aide de crochets en fer que l'on espace ordinairement entre

eux de $0^m,80$. Ces supports sont terminés, à l'une de leurs extrémités, par une queue en pointe qui permet de les fixer solidement sur l'arête de l'égout des toits. L'autre extrémité se replie par-dessus l'ourlet de la *gouttière* (fig. 2).

Fig. 2



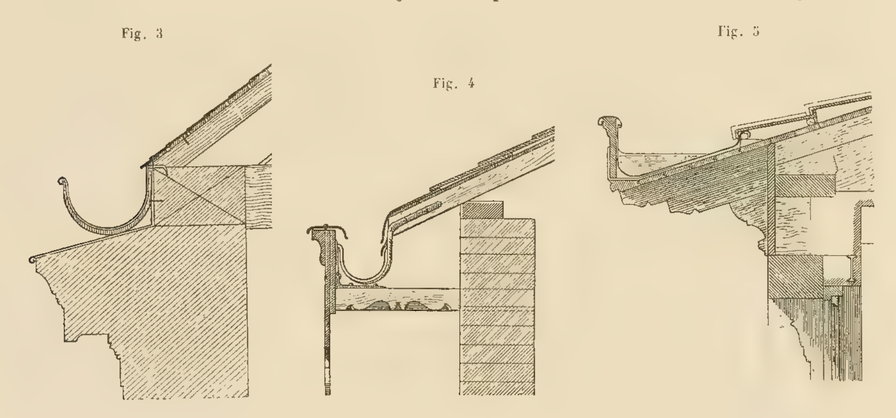
Si la saillie du toit est grande, la queue des crochets est percée de trous et vissée sur l'extrémité des chevrons.

La pente des gouttières est de $0^m,005$ à $0^m,01$ par mètre. L'extrémité la plus basse du conduit est bouchée par une pièce soudée, et l'écoulement de l'eau s'effectue par un trou percé dans le fond et communiquant avec un tuyau de descente.

Les *gouttières* que nous venons de décrire sont appelées *gouttières en dessous* ou *pendantes*, par opposition aux chéneaux ou *gouttières en dessus*.

L'un des inconvénients des canaux du premier genre est de masquer les corniches devant lesquelles ils sont établis ; aussi, de nos jours, on les place fréquemment au dessus des corniches, que l'on recouvre d'une bavette en zinc (fig 3) ; ces conduits, qui tiennent le milieu entre le *chéneau* et la *gouttière*, prennent le nom de *chéneaux anglais*.

Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5



Les feuilles qui le composent doivent être en zinc n° 16 au moins ; elles sont soudées entre elles.

Nous donnons figure 4 un exemple assez curieux de *gouttière* disposée à la manière des *gouttières pendantes*, c'est-à-dire fixée par des crochets à l'extrémité du chevronnage, mais dissimulée derrière un lambrequin à forte saillie.

Notre figure 5 donne la disposition d'un chéneau portant directement sur les chevrons formant un avancé de toit.

On fait également des *chéneaux-gouttières* en terre cuite ; les figures 6 et 7 représentent un exemple tiré des produits de la maison Muller et Ce.

Dans les provinces du midi et de l'ouest de la France, aux XIe et XIIe siècles, les constructions ordinaires étaient pourvues de *tuiles gouttières*, posées à la base des couvertures

pour recevoir les eaux pluviales. Ces *tuiles*, d'une grande longueur (on en a trouvé qui mesurent 0m,65), étaient plus étroites à une extrémité qu'à l'autre, de manière à former

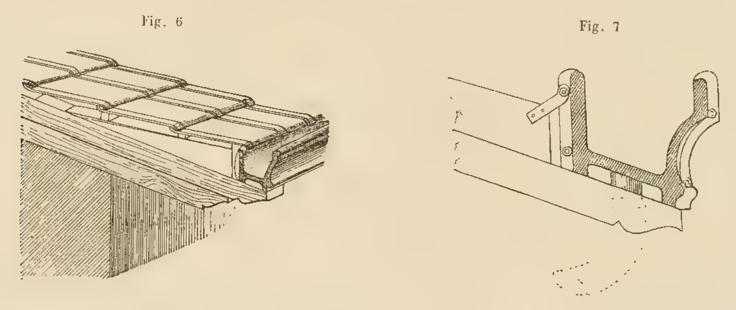


Fig. 6 Fig. 7

emboîtement (fig. 8), et, de plus, elles étaient munies d'un rebord qui permettait de les sceller sous l'égout du toit.

Nous donnons planche VI les détails des *gouttières* de l'église Saint-Martin de Brive (Corrèze) ; ces *gouttières* sont établies à l'aide de deux feuilles de zinc dont celle intérieure forme la pente, de telle sorte que, vue de l'extérieur, les lignes horizontales ne sont pas détruites ; en avant, sur le bourrelet de la rive, a été disposée une tôle découpée qui, allant d'une équerre à l'autre, donne à l'ensemble une grande rigidité et empêche les déformations. Quant à ces équerres, elles sont disposées de façon à fournir trois points d'attache, non pas sur le zinc, mais sur la tôle, de facon à éviter les percements dans la *gouttière* ; d'autre part, elles vont se fixer à la sablière sur laquelle elles sont fortement vissées, de telle sorte que la bascule soit parfaitement maintenue.

Fig. 8

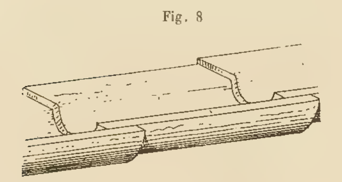


PLANCHE VII

ZINC ET CUIVRE

Le *zinc* est un métal blanc bleuâtre qui possède une odeur et une saveur particulières.

Sa texture est lamelleuse, il se gerce sous le marteau ; mais quand il a été chauffé à un peu plus de 100°, il devient malléable et ductile et peut se réduire en feuilles très minces ou s'étirer en fils extrêmement déliés.

Il offre alors cette particularité qu'au delà de cette température, il perd sa malléabilité et, à 200°, devient très cassant. Il fond à 374° ; chauffé au rouge blanc, il se combine vivement avec l'oxygène de l'air et brûle avec une flamme d'un blanc jaunâtre en répandant dans l'air des flocons d'oxyde de *zinc*.

Ce métal est peu tenace ; mais il est moins mou que le plomb et l'étain.

La pesanteur du *zinc* fondu est de 6.86 ; celle du *zinc* laminé atteint 7.20.

Sa dilatation linéaire est très sensible ; elle varie de 0,0029 à 0,0031, depuis 0° jusqu'à 100°.

A la température ordinaire, le *zinc* se couvre d'une couche mince de rouille noirâtre ou oxyde, qui le garantit alors des influences ultérieures de l'atmosphère.

La *calamine* et la *blende* sont les deux minerais principaux du *zinc* ; le premier est un carbonate de *zinc* mêlé de silicate de *zinc*, peu ou très chargé de fer et renfermant de 46 à 60 pour 100 d'oxyde de *zinc*. La *blende* est un sulfure de *zinc* mêlé à d'autres sulfures, et qui renferme de 45 à 60 pour 100 de *zinc* métallique.

Les usages du *zinc* sont assez nombreux ; on l'emploie, dans les constructions, laminé en feuilles minces, pour former des couvertures et divers objets, tels que chéneaux, tuyaux de descente, etc. On en fait aussi des baignoires, des vases de toute espèce. On fabrique aussi avec le *zinc* des ornements ainsi que des clous, des vis à bois et divers objets de serrurerie, qui peuvent remplacer les objets analogues en cuivre. On s'en sert encore pour *étamer* le fer, c'est-à-dire le recouvrir d'une couche mince de *zinc* qui le préserve de la rouille. Le fer ainsi revêtu se nomme *fer galvanisé*.

Dans le commerce, le *zinc* se livre en feuilles de diverses longueurs, largeurs et épaisseurs. Les largeurs varient de 0^m,487 à 0^m,811, la longueur étant 1^m949.

M. Claudel, dans son *Formulaire*, donne un tableau des numéros des feuilles de *zinc* livrées par l'usine de la Vieille-Montagne.

NUMÉROS	EPAISSEUR des FEUILLES	DIMENSIONS ET POIDS DES FEUILLES (1)		
		Largeur. . . . 0^m50 Longueur . . . 2^m00 Surface. . . . 1^m00	Largeur. . . . 0^m65 Longueur . . . 2^m00 Surface. . . . 1^m30	Largeur. . . . 0^m80 Longueur . . . 2^m00 Surface. . . . 1^m60
9	0.41	2.90	3.70	4.60
10	0.53	3.45	4.45	5.50
11	0.60	4.05	5.30	6.50
12	0.69	4.65	6.10	7.50
13	0.78	5.30	6.90	8.50
14	0.87	5.95	7.70	9.50
15	0.96	6.55	8.55	10.50
16	1.10	7.50	9.75	12.00
17	1.23	8.45	10.95	13.50
18	1.36	9.35	12.20	15.00
19	1.48	10.30	13.40	16.50
20	1.66	11.25	14.60	18.00
21	1.85	12.50	16.25	20.00
22	2.02	13.75	17.90	22.00
23	2.19	15.00	19.50	24.00
24	2.37	16.25	21.10	26.00
25	2.56	17.50	22.75	28.00
26	2.66	18.80	24.40	31.00

(1) On admet une tolérance de 25 décagrammes en moins dans le poids de chaque feuille.

Les n°s 1 à 9, représentant des feuilles de très faible épaisseur, s'emploient pour la per-

foration, pour les cribles, stores et tamis en *zinc*, et pour le satinage des papiers. On s'en sert encore pour la fabrication de très petits objets, compris sous la désignation d'*articles de Paris*.

Les n°s 10 et 11 sont très employés dans la fabrication des lampes, des lanternes et de tout ce qui concerne la ferblanterie en général. Ces numéros s'estampent encore très facilement en ornements divers, etc.

Les n°s 12 et 13 servent à faire les descentes d'eau pour les petites constructions, les couvertures de hangars ou ateliers provisoires, des recouvrements de saillies, corniches, etc.

Le n° 14 est spécial aux toitures; c'est celui que l'on doit employer le plus généralement.

Les n°s 15 et 16 sont employés pour couvertures de monuments, chéneaux, caisses d'eau, bains de siège et fonds de baignoires.

Le n° 17 s'emploie pour les parois de baignoires.

Les n°s 18 à 26 sont utilisés pour les pompes, la garniture intérieure des cuves à papeterie, des réservoirs et cristallisoirs divers en usage dans les raffineries, etc.

Pour établir une couverture en *zinc*, on commence par poser sur les chevrons un voligeage en sapin ou peuplier, fait de voliges de $0^m,12$ à $0^m,15$ de largeur sur $0^m,015$ d'épaisseur, clouées sur les chevrons au moyen de pointes, à tête noyées dans le bois, afin d'éviter leur contact avec le *zinc*. On place sur ce voligeage, parallèlement à la pente du toit, des tasseaux à section trapézoïdale. Les bords longitudinaux des feuilles de *zinc* sont pliés et relevés sur une hauteur d'environ $0^m,03$ ou 0^m04, afin de s'appliquer librement sur les faces chanfreinées des tasseaux. Les feuilles sont maintenues en ce sens au moyen de pattes en *zinc* passant sous le tasseau et repliées sur l'arête de la feuille. Les joints horizontaux sont formés par une agrafure qui ne présente aucun obstacle aux mouvements causés par les variations de température. Deux pattes, fixées sur la volige et enserrées dans le joint de l'agrafure, s'opposent au glissement de la feuille inférieure. Les tasseaux sont couverts à l'aide de couvre-joints qui y sont fixés de différentes manières, soit au moyen de vis garnies d'un collier de plomb, soit avec des clous recouverts de *calotins* soudés, soit encore au moyen de pattes à gaînes soudées dans le couvre-joint et passant dans une gaîne pratiquée sur le tasseau (fig. 1, pl. VII).

Les couvertures en *zinc* cannelé ont une rigidité qui permet de se dispenser du voligeage; elles sont placées sur des pannes en bois ou en fer, sans agrafures, au moyen d'équerres en fer soudées sur la feuille et vissées sur la panne; ces feuilles ont $2^m,35$ sur $0^m,80$ en n° 14 et pèsent environ 7 kilog. le mètre carré.

Dans une couverture en *zinc* ordinaire, la quantité réelle de zinc employé, compris agrafures, couvre-joints, pattes d'arrêt et d'agrafe, gaînes et talons, est de $1^m,23$.

Les chéneaux doivent avoir une pente de $0^m,01$ par mètre et être exécutés avec le plus grand soin.

Le *cuivre* est un métal rouge très brillant, dont la densité est de 8,89. Il s'oxyde à l'air en produisant le vert de gris.

Le *cuivre* est connu depuis les temps les plus reculés; mais l'emploi de ce métal, à cause de la difficulté qu'offrait le mode de fabrication au marteau et de la haute température

nécessaire pour couler cette matière en fonte, resta limité à un petit nombre d'applications, jusqu'à ce qu'on eût découvert les propriétés de l'alliage du *cuivre* et de l'étain, c'est-à-dire du *bronze*.

Allié au *zinc*, le *cuivre* prend le nom de *laiton* ; on l'emploie pour tuyaux de conduite et pour divers ouvrages de serrurerie. L'alliage du *cuivre* et de l'étain donne le *bronze*, employé comme ornement.

Un grand nombre d'objets de quincaillerie se font en *cuivre*. Mais l'une des applications les plus curieuses de ce métal, dans la construction, est son emploi pour la couverture des édifices.

La figure II, planche VII, représente les faces supérieure et inférieure, le plan et la coupe d'une portion de la couverture en *cuivre* exécutée à la cathédrale de Saint-Denis.

Les feuilles sont posées sur un chevronnage en fer, avec lattis de même métal, et elles sont maintenues par des agrafes rivées qui enveloppent les lattes. Chaque feuille embrasse trois chevrons ; des tasseaux en bois avec bourrelets en métal forment les couvre-joints.

Les feuilles de *cuivre* ordinairement employées dans la couverture ont $1^{m},407$ sur $1^{m}.137$ et $0^{m},00068$ ou $0^{m},00075$ d'épaisseur ; le poids du mètre carré est de 6 kil. 11 pour les premières feuilles et de 7 kil. 54 pour les secondes ; l'inclinaison à donner au toit est de 18° à 21°.

Nous citerons encore un usage particulier que Viollet-le-Duc a fait de ce métal à l'église de Notre-Dame de Paris ; se basant sur ce que le *cuivre* ne présente pas les mêmes dangers que le fer, qu'il s'oxyde seulement à la surface, et surtout n'augmente pas de volume, il en a fait faire des crampons qui ont été scellés au plomb dans les assises neuves pour former liaison.

On a recherché quels pouvaient être les avantages de l'emploi du *cuivre* dans l'exécution des conduites d'eau. On a reconnu que ce métal, comme le plomb et l'étain, ne s'oxyde, à la température ordinaire, qu'aux dépens de l'oxygène de l'air dissous dans l'eau, tandis que le fer et le zinc sont attaqués, de plus, par l'oxygène de l'eau, qu'ils décomposent, en favorisant le dégagement de l'hydrogène.

Mais le *cuivre*, à cause de son prix élevé, n'est guère employé sous forme de tuyaux que pour les distributions d'eau chaude ou de vapeur, et alors on l'étame ordinairement sur la face de contact.

PLANCHE VIII

CHÉNEAU EN ZINC

Le chéneau est un canal en bois, en pierre, en terre cuite ou en métal, que l'on place à la base du toit, pour recevoir les eaux de pluie et les conduire, par des pentes calculées à cet effet, vers des issues, telles que gargouilles ou tuyaux de descente.

Le *chéneau* ordinaire en zinc se compose de trois planches B, l'une horizontale formant le fond et posée sur la corniche A, les deux autres verticales et s'assemblant avec la première, à rainure et languette ; le tout est renforcé par des équerres en fer. Cette boîte.

adossée et clouée contre la sablière P, et contre les abouts des chevrons M, est recouverte à l'intérieur par une suite de feuilles de zinc fixées au voligeage L, sous la dernière rangée des lames de la couverture H.

Le métal se retourne aux angles du *chéneau* sur des tasseaux C triangulaires, pour éviter le pli du zinc à angle droit, et forme, à la partie supérieure extérieure, un bourrelet avec une agrafe dans laquelle est retenue la feuille D qui recouvre la planche du devant.

Des bandes d'agrafes G, fixées sur la corniche, empêchent la partie inférieure du métal de se relever sous l'effort du vent. Aujourd'hui, on a adopté l'usage de remplacer le bourrelet en zinc par un tasseau en bois demi-cylindrique, cloué sur la planche et recouvert par le métal.

Le fond du *chéneau* est disposé en pente pour l'écoulement des eaux ; cette pente est faite avec du plâtre ; elle est ordinairement pourvue de ressauts.

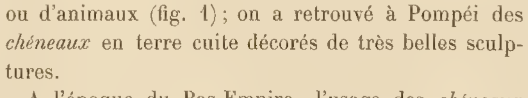
La planche qui forme le devant du *chéneau* ne doit pas être plus haute que l'extrémité inférieure des chevrons, pour que l'eau ne vienne pas déborder sur la toiture et remonter sous les feuilles de zinc.

Nous terminerons en indiquant : par I les tasseaux de la couverture, K les pattes d'agrafe, S les assises en briques portant la sablière qui reçoit les abouts des chevrons.

PLANCHE IX

CHÉNEAU EN PIERRE

Les monuments grecs ou romains avaient des *chéneaux* en terre cuite, en pierre ou en marbre, avec des gargouilles percées de distance en distance, et ornées de têtes d'hommes ou d'animaux (fig. 1) ; on a retrouvé à Pompéi des *chéneaux* en terre cuite décorés de très belles sculptures.



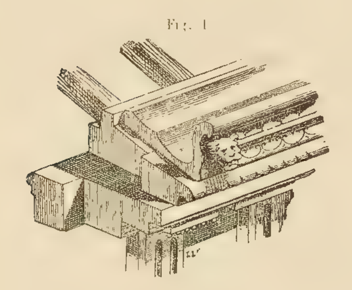


Fig. 1

A l'époque du Bas-Empire, l'usage des *chéneaux* disparut ; les premiers édifices de l'époque romane en sont également dépourvus ; ce n'est que vers le XIIe siècle qu'on sentit le besoin d'établir des conduits d'écoulement à la base des combles, tant pour préserver les murs dégradés auparavant par la chute naturelle des eaux, que pour éviter aux ouvriers les dangers des réparations, sur les couvertures à pente raide, et aux passants le risque d'être écrasés par des tuiles détachées de la toiture. Le bord extérieur des *chéneaux* en pierre fut alors surmonté de balustrades pleines ou à jour ; les eaux s'écoulaient par des trous ménagés de distance en distance.

Au XIIIe siècle apparurent les gargouilles à forte saillie rejetant les eaux loin des murs ; dans les églises à bas-côtés, les eaux étaient amenées par des pentes sur les chaperons des

arcs-boutants et renvoyées, sur le sol, par des gargouilles placées à la base de ces conduits. Les *chéneaux* en pierre étaient creusés à fond de cuve et l'on coulait dans leurs joints du plomb ou un ciment de grès pilé et de litharge.

L'exemple que nous donnons en perspective cavalière (pl. IX), est un *chéneau* en pierre porté sur des corbeaux.

PLANCHE X

CHÉNEAU EN TERRE CUITE

Comme exemple de *chéneau* orné, nous présentons (pl. X), l'ensemble et les détails de celui qui reçoit les eaux du comble de l'église Saint-Pierre de Montrouge, à Paris. Le conduit repose sur la corniche en pierre ; la face antérieure est en terre cuite ; la face postérieure est formée de deux planches superposées ; celle qui est en haut est percée de trous, ou barbacanes, destinés à donner de l'air à la charpente. Cette pièce de bois, et tout l'intérieur du *chéneau*, sont revêtus de plomb.

PLANCHE XI

CHÉNEAU EN FONTE

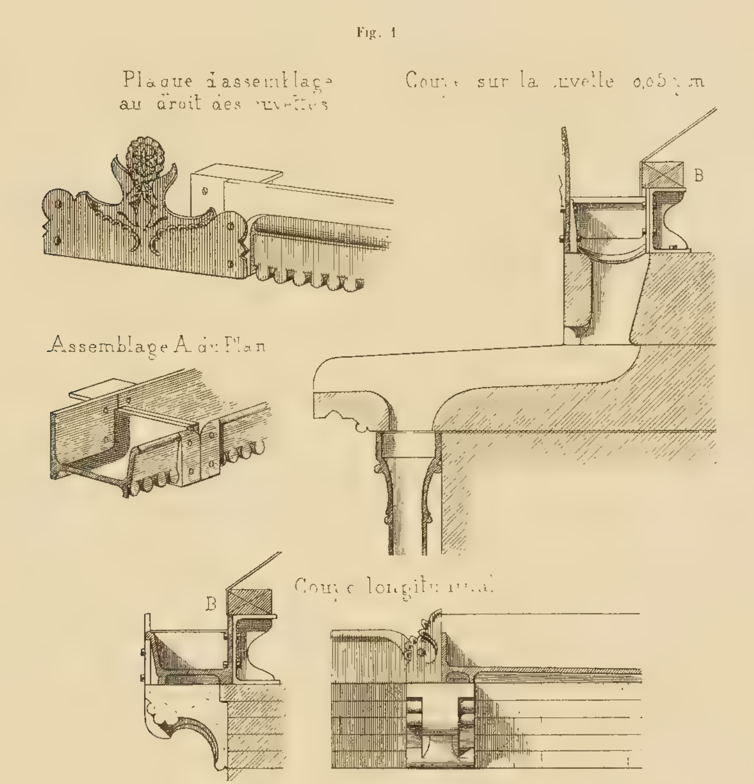
L'emploi de la fonte peut rendre de très réels services pour constituer des chéneaux, mais dans des cas particuliers seulement ; il est évident, en effet, qu'il n'est pas possible de constituer, avec cette matière, des chéneaux à pente continue, exigeant des joints qui, toutes précautions prises, seraient toujours à la longue une cause d'infiltration.

Dans le cas qui nous occupe, ainsi que le montre le détail perspectif représenté sur notre planche XI, l'emploi de la fonte a permis, au contraire, de constituer un système de chéneaux qui, placés depuis vingt ans à l'église de Rambouillet, construite par M. de Baudot, donnent les meilleurs résultats, sans que le moindre engorgement se soit produit, et que la moindre réparation ait été nécessaire ; c'est qu'en effet, ici, il était non seulement possible, mais même utile, de multiplier les descentes, le chéneau dont il s'agit étant non seulement destiné à conduire les eaux du comble auquel il correspond, mais encore des eaux provenant d'autres combles supérieurs.

Voyons maintenant comment a été résolue la question au point de vue pratique. Les contreforts, au droit desquels sont placés les tuyaux de descente, étant écartés de 7 mètres d'axe en axe, chaque intervalle est occupé par deux portions de chéneaux dont l'axe se trouve porté, comme on le voit sur la figure 1 ci-après par l'élévation, coupe longitudinale et transversale. Du côté de la charpente, comme le montre le détail B, la face longitudinale du chéneau est plus haute que le devant, et supporte la sablière à l'aide de petits patins également en fonte, auxquels elle est rattachée elle-même par des boulons. Par suite de cette disposition, l'eau ne peut, même en cas d'engorgement, rentrer à l'intérieur ni au

droit de la sablière, ni dans les cuvettes, grâce à la façon dont celles-ci sont appareillées.

Fig. 1



Sur cette même figure on voit la plaque d'assemblage au droit des cuvettes, l'assemblage du chéneau au droit du corbeau et, enfin, la coupe de la cuvette.

PLANCHE XII

GARGOUILLE ET GOUTTIÈRE

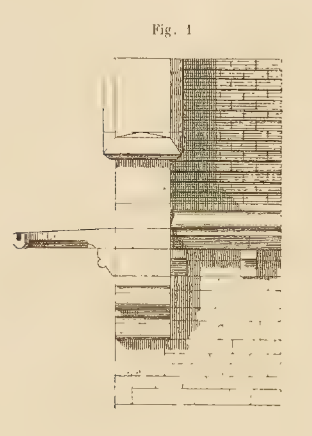
La *gargouille* est l'orifice par lequel l'eau d'un chéneau se dirige sur le sol.

Dans les chéneaux antiques, il y avait des ouvertures de ce genre ornées de têtes de lion, la gueule formant orifice de départ.

Mais, les véritables *gargouilles* datent seulement du commencement du XIIIe siècle et se

trouvent dans tous les édifices, à la chute des combles. Ce sont des dégorgeoirs ayant une forte saillie pour rejeter l'eau loin des murailles ; on les faisait ordinairement d'une seule pierre ayant un canal creusé suivant sa longueur. Nous donnons (fig. 1) un exemple de *gargouille* recevant les eaux d'un chéneau.

Fig. 1



Notre planche XII représente une *gargouille* en tôle et zinc, étudiée par M. de Baudot pour l'église Saint-Martin de Brive (Corrèze). On peut se rendre compte de la combinaison complète de ce système simple et économique, assurant l'écoulement des eaux. Signalons le moyen adopté pour maintenir la bascule de la *gargouille*, qui consiste en une tige retenue par le crochet B, fixé sur la volige de la couverture, et adaptée en A sur une tringle en fer rond correspondant à la ferrure intermédiaire de la partie saillante. Cette tringle, ainsi assujettie, empêche la déformation du corps de la *gargouille*.

Nous donnons également sur notre planche XII la *gouttière* qui se trouve à la base des combles du château de Blois (partie François Ier). Ce système de *gouttière* comprend l'emploi de deux feuilles de cuivre dont la section est indiquée en coupe suivant E D et formant l'une le fond, qui est horizontal, l'autre le dessus, qui porte la pente ; au sommet, ces deux feuilles se réunissent en un même boudin, également horizontal, et sont maintenues par des équerres en cuivre dont la tête extérieure est mobile, comme le montre le détail D. Grâce à ce moyen, la double gouttière est non-seulement soutenue par les équerres, mais elle est raidie de telle sorte que toute déformation est rendue impossible ; d'autre part, et c'est là une excellente condition, ce système permet, en cas de réparation, d'enlever ces *gouttières*, qui sont simplement retenues, sur le comble, par des crochets à deux vis cachées sous une bande de plomb destinée à empêcher l'infiltration des eaux.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

DEUXIÈME PARTIE

ERRATA

NOTIONS DE GÉOMÉTRIE

Page 6, ligne 26, lire : qui coupe en D et en E au lieu de D E.
Page 17, ligne 18, lire : et la circonférence au lieu de à la circonférence.
Page 18, 1re ligne, lire : de rayon r au lieu de rayon $r = 1$.
Page 18, ligne 6 du tableau, lire : $\frac{1}{2}\ (\sqrt{5-1})$ au lieu de $\frac{1}{2}\ 2\ (\sqrt{5-1}$.
Page 22, ligne 2, lire : $AC \times CD$ au lieu de $AC \quad CD$.
Page 22, ligne 6, lire : $\frac{AB \times CD}{2}$ au lieu de $\frac{AB \quad CD}{2}$.
Page 22, ligne 9, lire : $\frac{AB + CD}{2} \times h$ au lieu de $\frac{AB \quad CD}{2} \times h$.
Page 22, ligne 16, lire : $ABCDEF \times \frac{OP}{2}$ au lieu de $ABCDEF \quad \frac{OP}{2}$.
Page 23, ligne 3, lire : $AB \times \frac{r}{2}$ au lieu de $AB \quad \frac{r}{2}$.
Page 23, ligne 8, lire : Solidité des polyèdres au lieu de Solides des polyèdres.
Page 24, ligne 11, lire : $(AB + BC + CD + DE + EA) \times AF$ au lieu de $AB + BC + CD + DE + EA \times AF$.
Page 24, ligne 14, lire : $(A'B' + B'C' + C'D' + D'E' + E'A') \times AA'$
au lieu de $A'B' + B'C' + C'D' + D'E' + E'A' \times AA'$.
Page 24, ligne 19, lire : $(h' + h'' + h''') \times \frac{ABC}{3}$ au lieu de $h' + h'' + h''' \times \frac{ABC}{3}$.
Page 25, ligne 12, lire : $(AB + BC + CD + DA) \times h$ au lieu de $AB + BC + CD + DA \times h$.
Page 26, ligne 21, lire : $(AB + BC + CD + DE + EA) \times \frac{So}{2}$
au lieu de $AB + BC + CD + DE + EA \times \frac{So}{2}$.
Page 26, ligne 29, lire : $\frac{(ABCDEF + GHIJKL + \sqrt[2]{ABCDEF \times GHIJKL}) \times h}{3}$
au lieu de $\frac{ABCDEF + GHIJKL + \sqrt[2]{ABCDEF \times GHIJKL} \times h}{3}$.
Page 27, ligne 2, lire : Solidité des corps ronds au lieu de solides des corps ronds.
Page 27, ligne 3, lire : dont la surface au lieu de composé par une surface.
Page 34, ligne 21, lire : Constitution au lieu de construction.

LAVIS

Page 13, ligne 22, lire : moins claires au lieu de plus claires.

CHARPENTE (Bois et Fer)

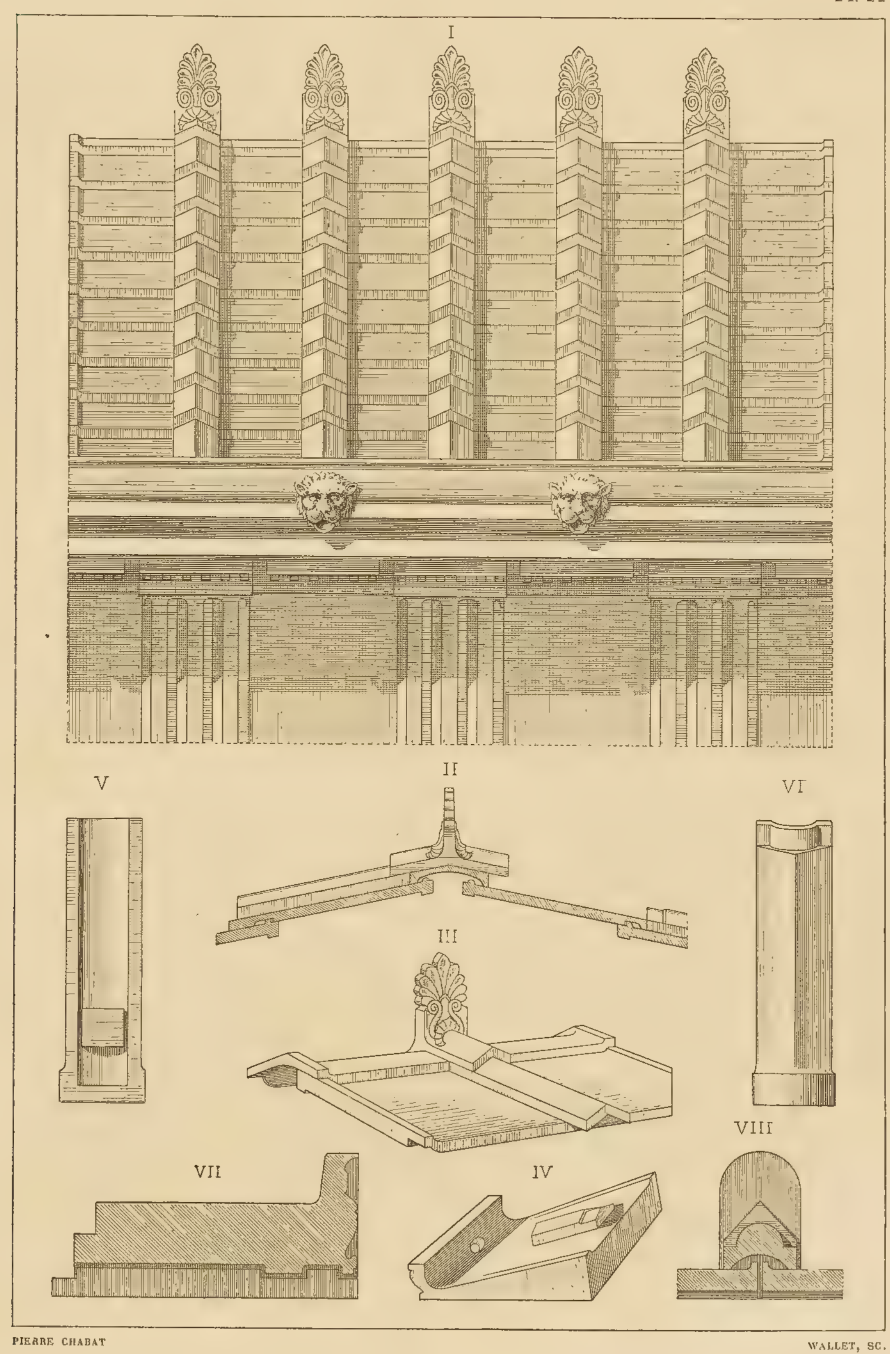
La planche XVII porte à tort le titre serrurerie, lire charpente en fer.

Bar-le-Duc. — Imprimerie Comte-Jacquet.



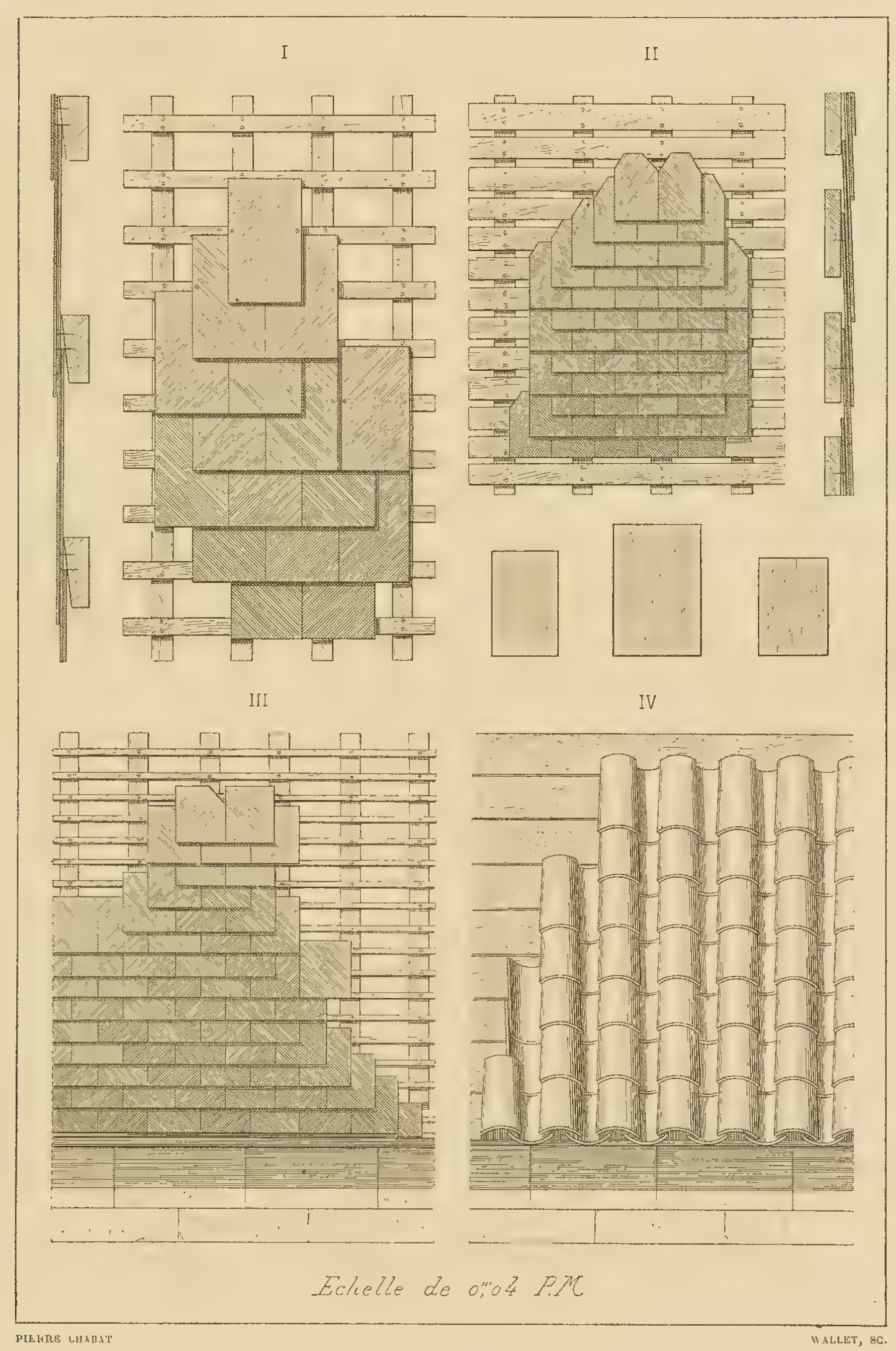
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

OUTILS DU PLOMBIER, COUVREUR



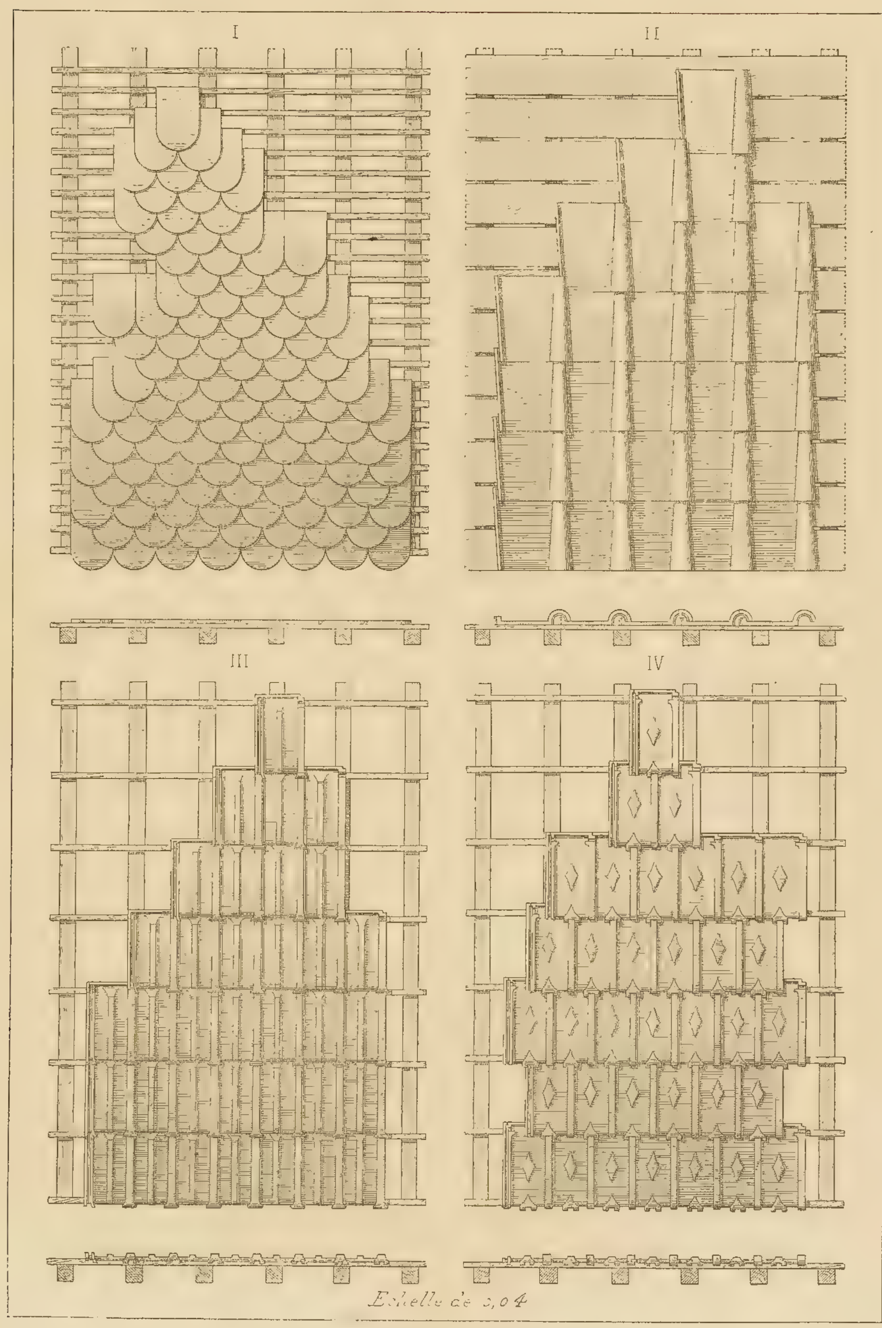
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

COUVERTURE EN PIERRE



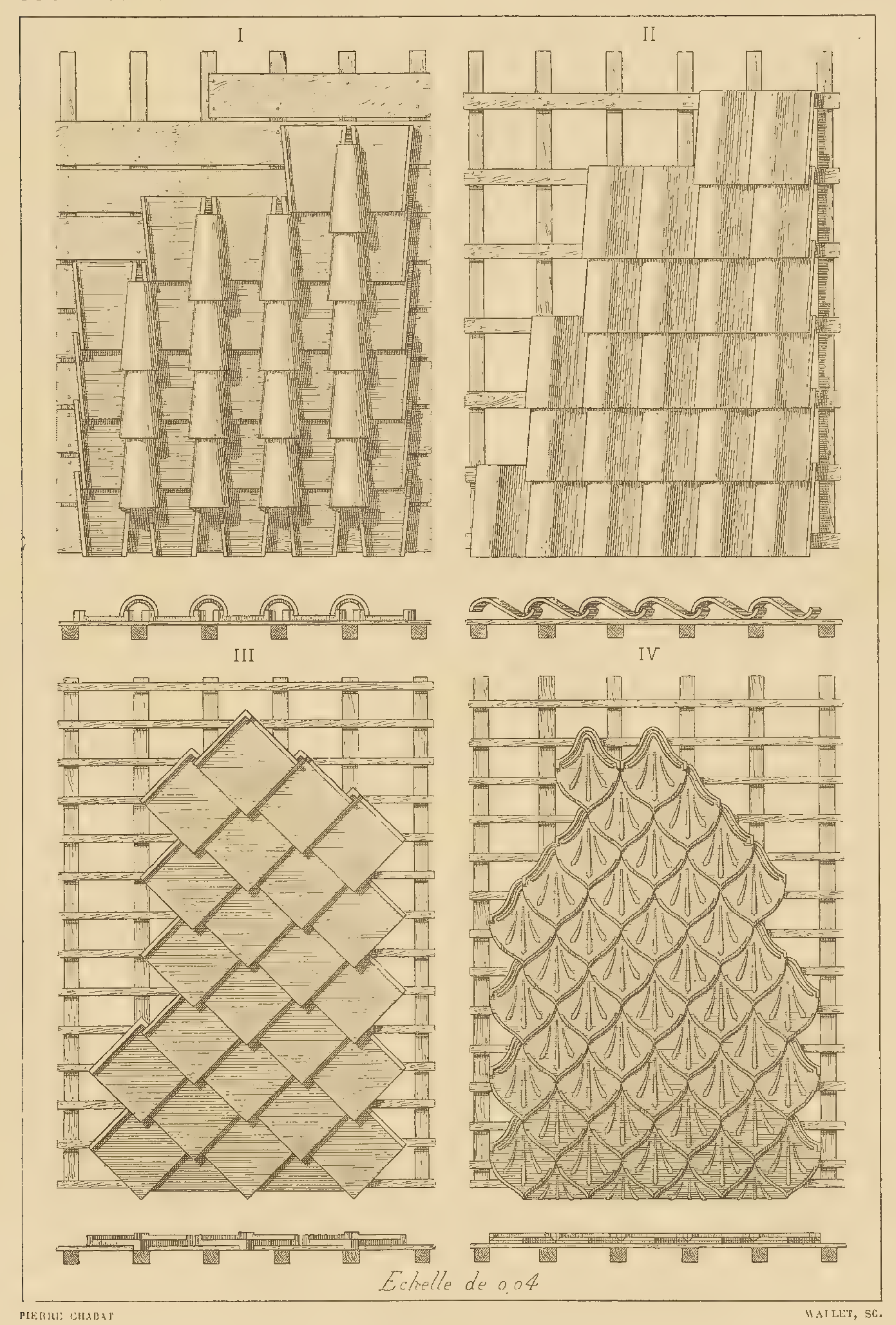
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ARDOISES ET TUILES



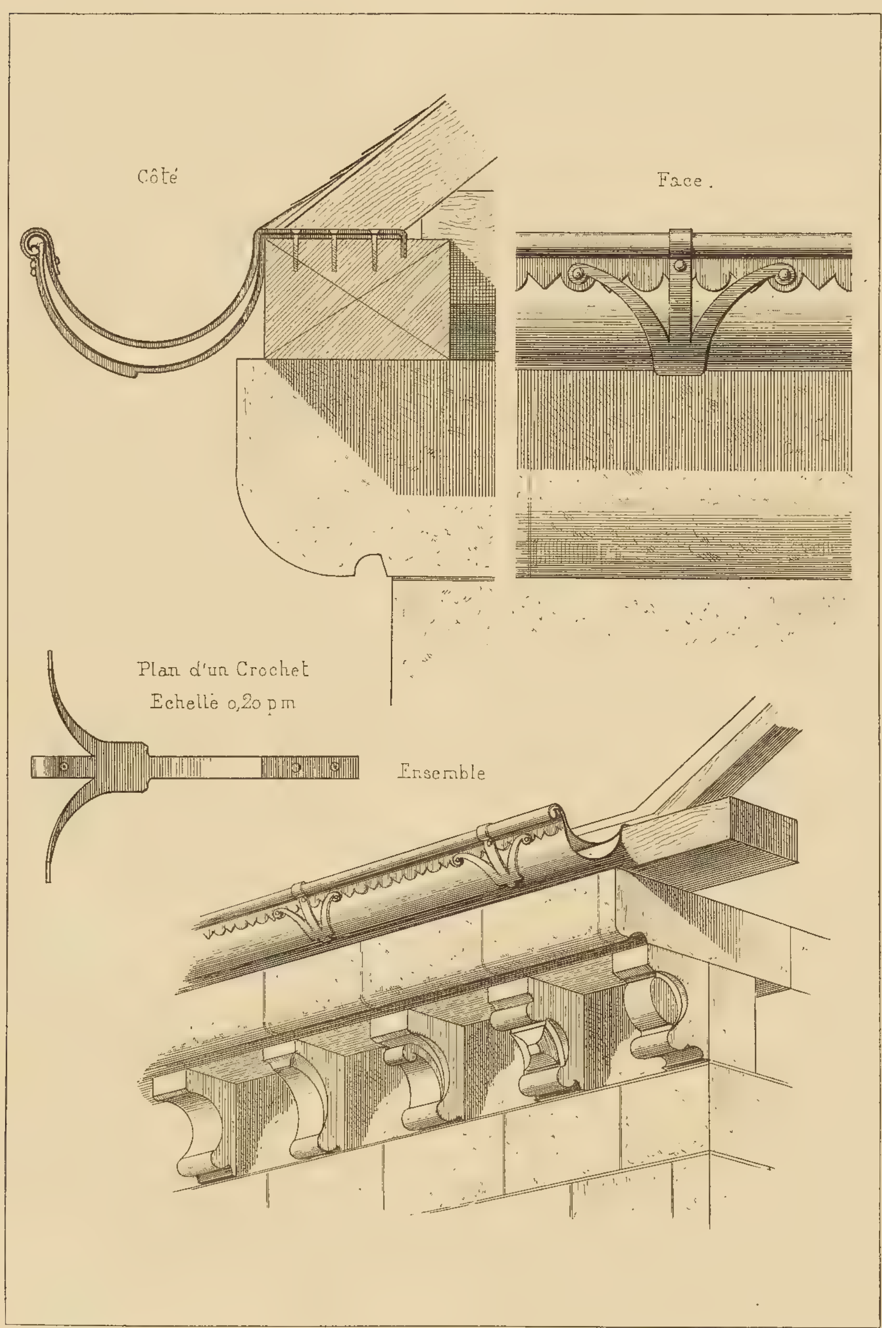
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

TUILES



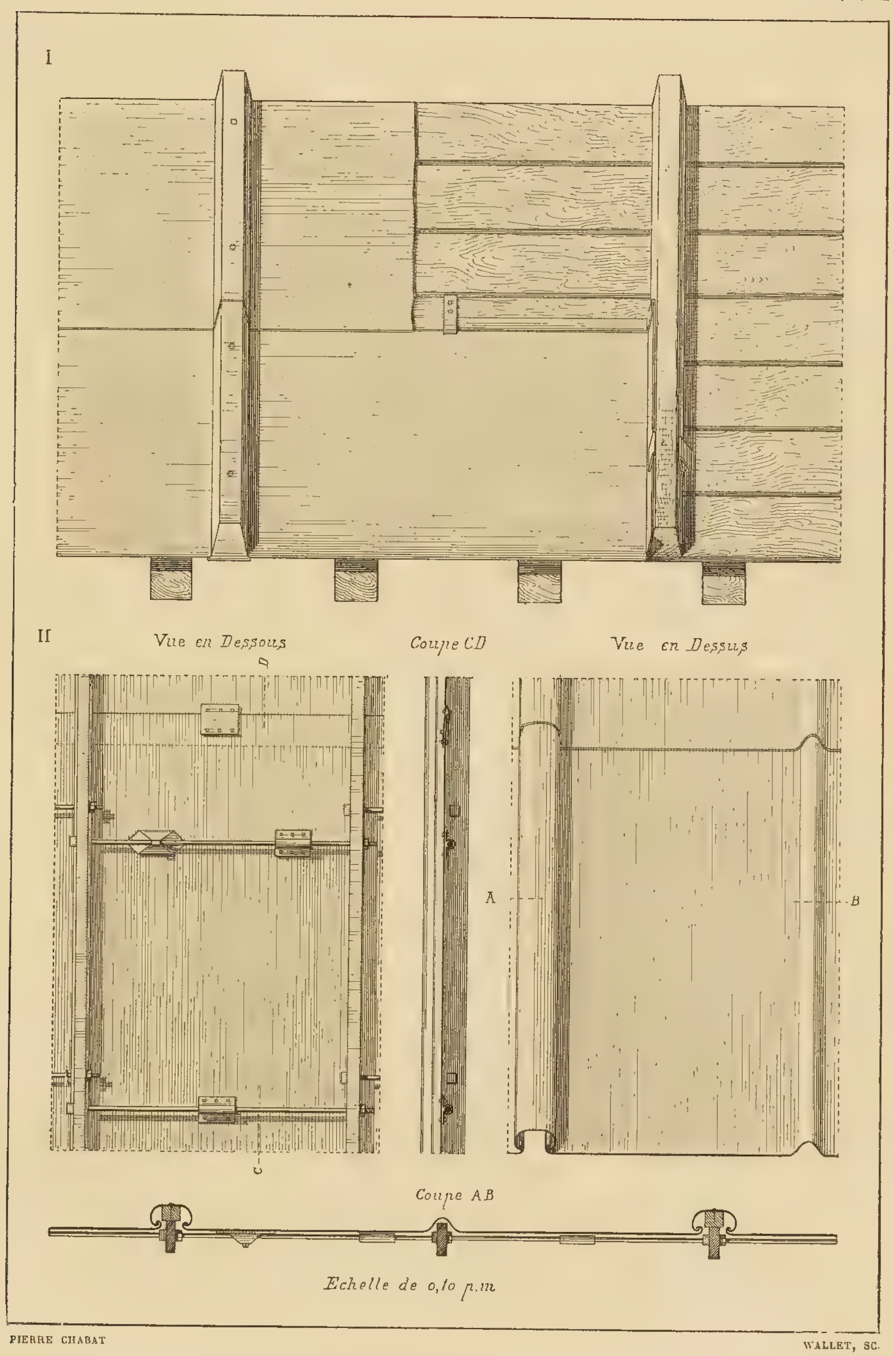
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

TUILES



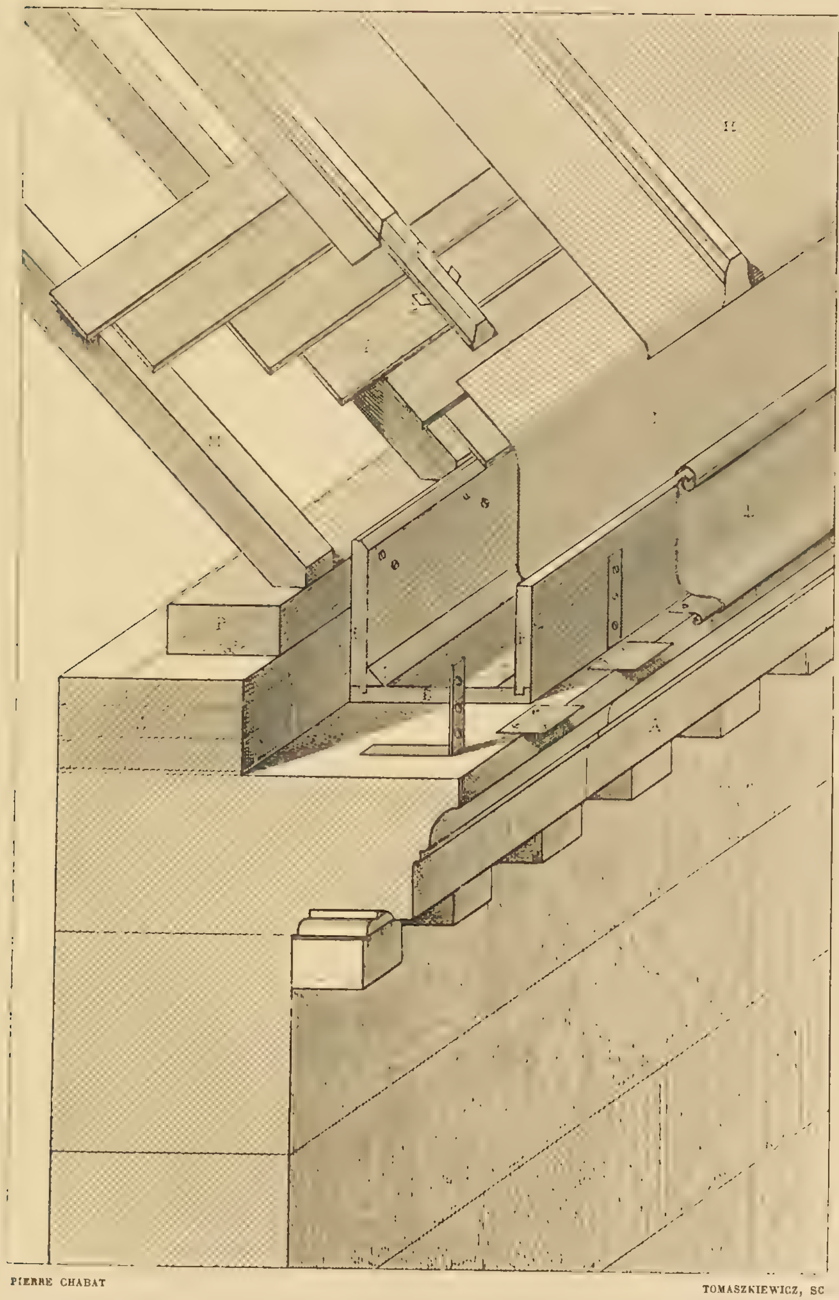
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

GOUTTIÈRE



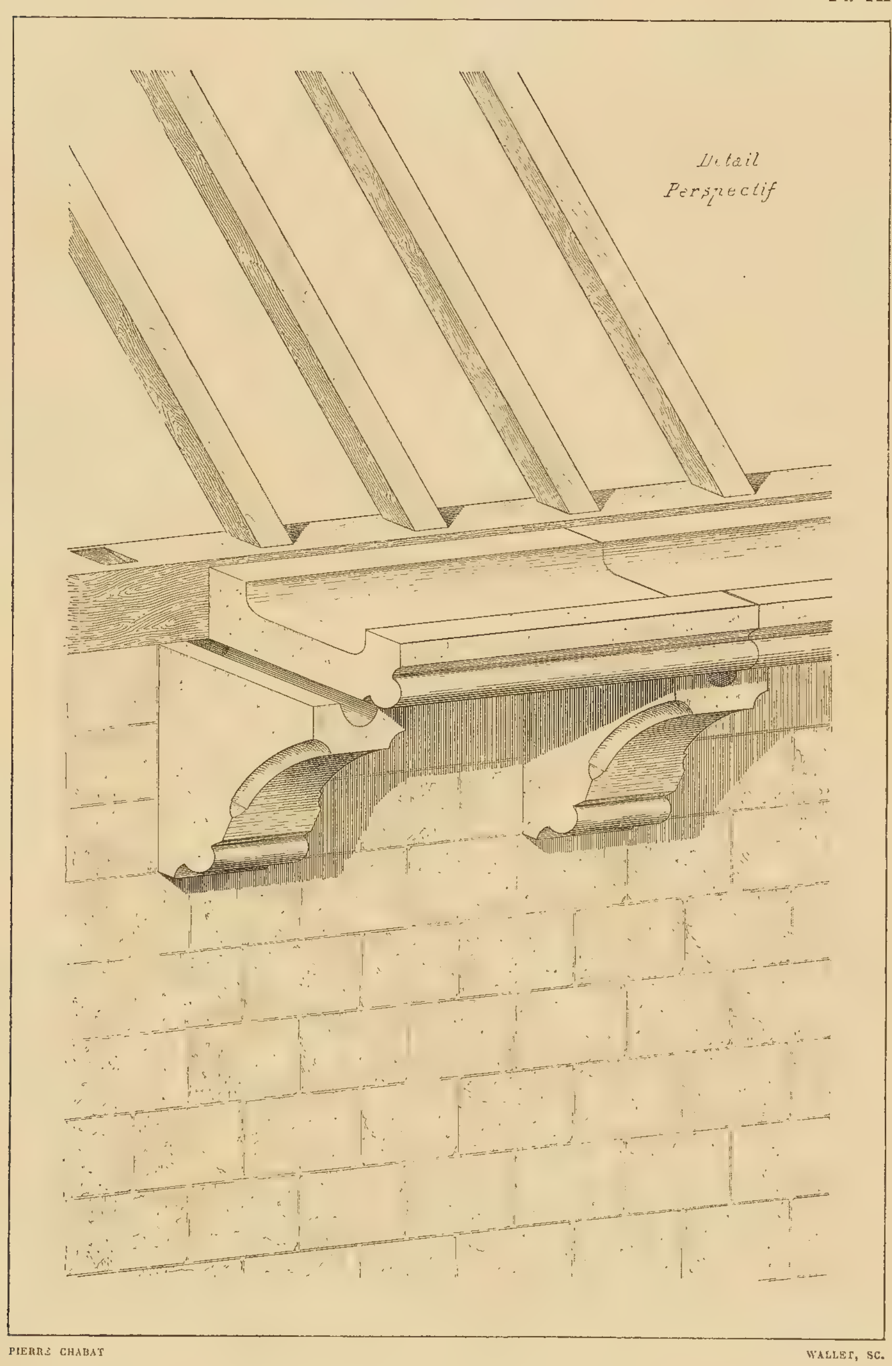
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

ZINC ET CUIVRE



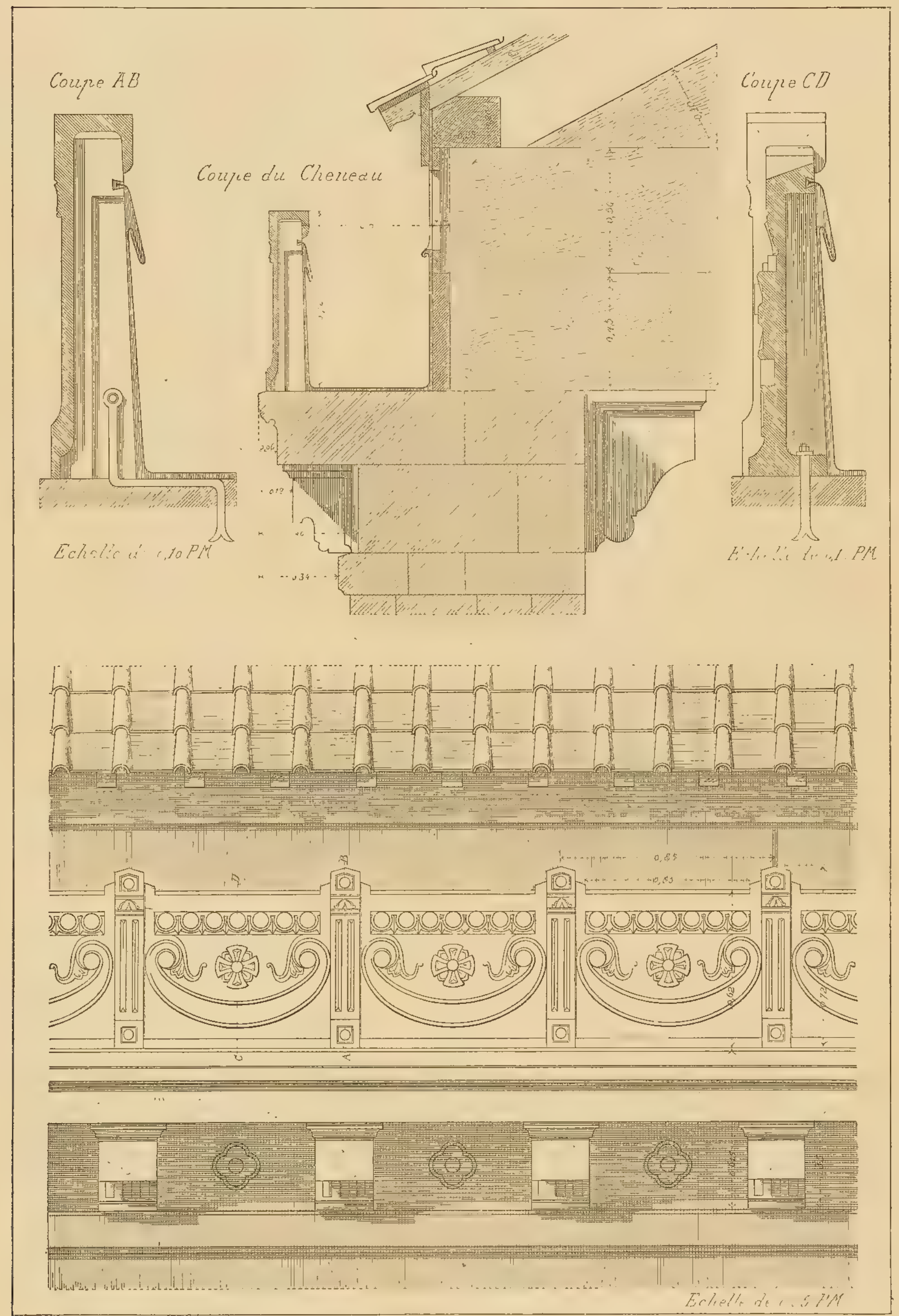
PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC

CHÉNEAU



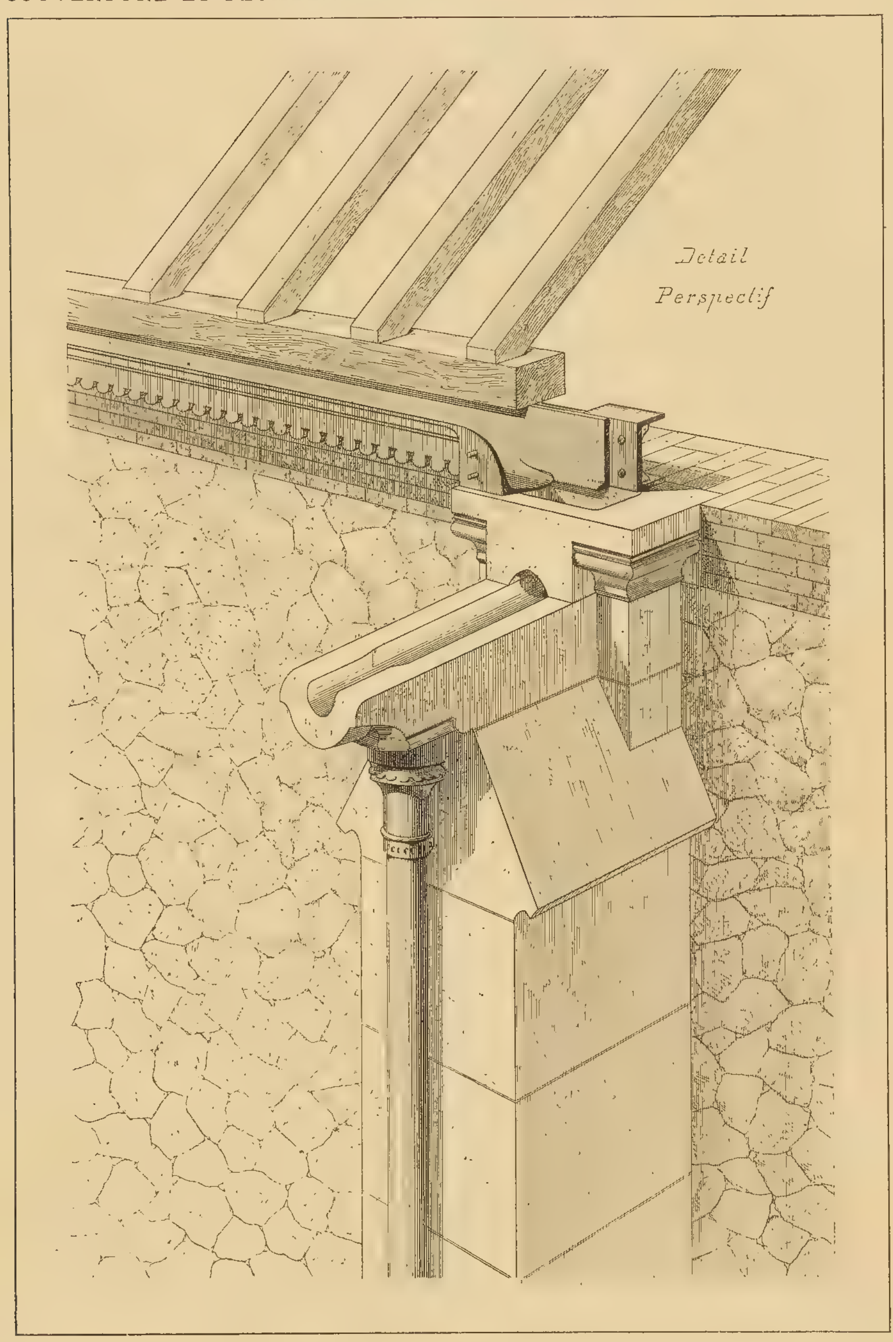
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CHÉNEAU EN PIERRE



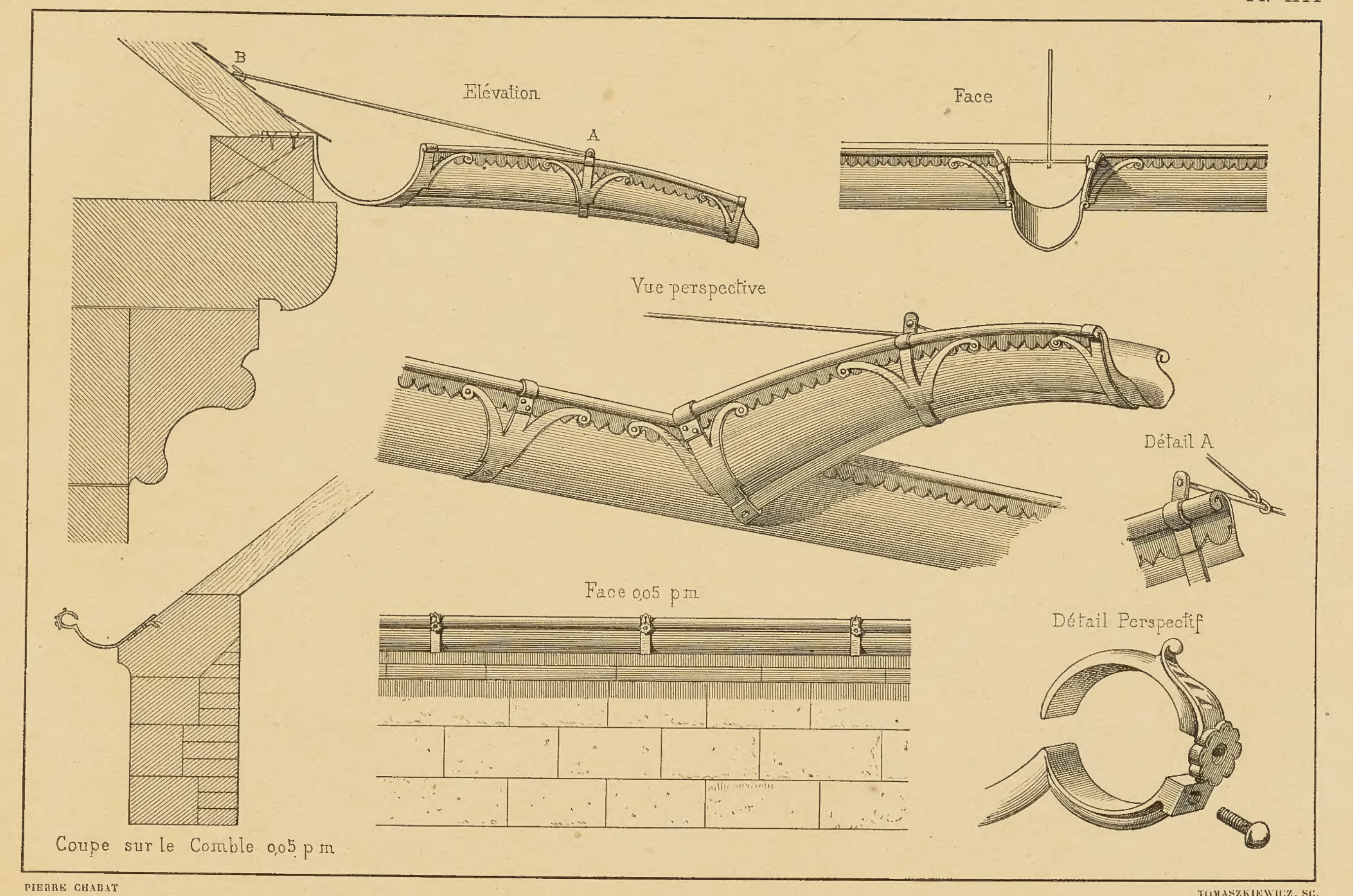
PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CHÉNEAU EN TERRE CUITE



PIERRE CHABAT WALLET, SC.

CHÉNEAU EN FONTE



PIERRE CHABAT TOMASZKIEWICZ, SC.

GARGOUILLE ET GOUTTIÈRE

